

## Органы чувств. Понятие анализатора.



**Звездонос** или **звездорыл** (*Condylura cristata*) — вид млекопитающих семейства кротовых (*Talpidae*), обитающий в Северной Америке. Отличается от других представителей семейства прежде всего двадцатью двумя подвижными кожными наростами на мордочке, напоминающими звезду.

В глубоких слоях голой кожи хоботка крота лежат безмянные инкапсулированные механорецепторы. Над ними расположены т.н. эймеровы органы — эпителиальные столбики толщиной около 50 микрон, включающие у основания диски Меркеля, а вдоль средней линии — восходящие свободные нервные окончания. Считается, что органы Эймера — чрезвычайно чувствительные органы осязания [\[ref\]](#)

# Анализаторы или сенсорные системы

Анализаторы (сенсорные системы) — это совокупность образований, которые воспринимают, передают и анализируют информацию из окружающей и внутренней среды организма.

Каждый анализатор состоит из 3-х частей

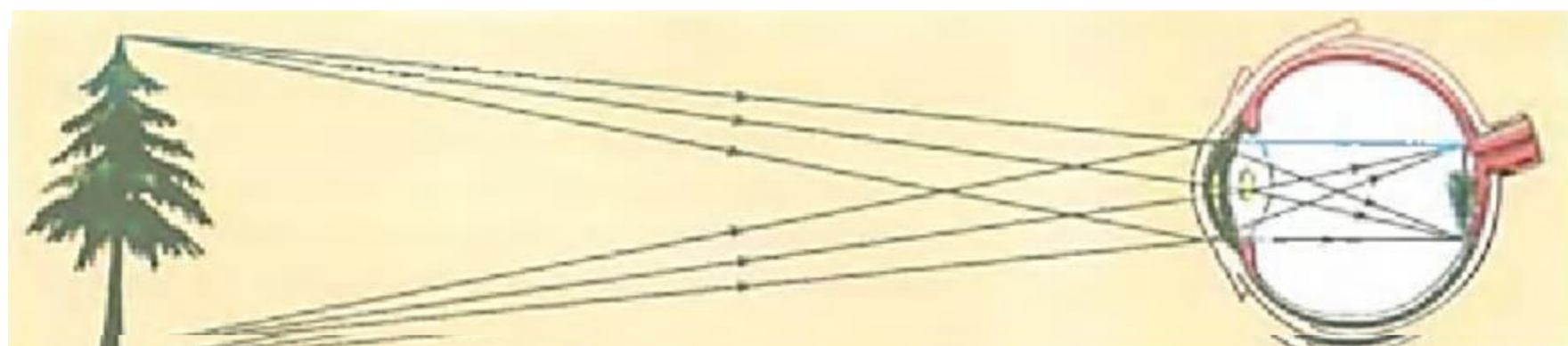
1. **Периферическая** (рецепторный) часть, представлена специализированными рецепторными образованиями
2. **Проводниковая часть** — это афферентные (центробежные) нервные волокна, подкорковые образования (различные ядра ствола мозга, таламус, ретикулярная формация, структуры лимбической системы и мозжечка), а также их связи друг с другом и проекции к соответствующим областям коры мозга
3. **Центральная (корковая) часть** включает области коры головного мозга, к которым поступают нервные импульсы, идущие от рецепторных отделов, — так называемые проекционные области анализаторов.

(Медицинская энциклопедия)

Функции анализатора:

- 1) восприятие стимула
- 2) кодировка сигнала (трансдукция);
- 3) передача сигнала;
- 4) обработка сигнала.

## Зачем такие сложности?



Еще Декарт отметил, что изображение на сетчатке глаза должно получаться уменьшенным и перевернутым. А как мы воспринимаем образ ели?

Восприятие — это интерпретация нашим мозгом данных, пришедших от органов чувств.

«Восприятие у человека, во-первых, конструктивно: мы не пассивно отражаем объект, а строим его образ.

Во-вторых, наша сенсорная система стремится к устранению конфликтов между воздействием и прошлым опытом.

В-третьих, конфликт разрешается, как правило, в пользу опыта, даже если это требует существенной перестройки образа.»

(по материалам [Марии Фаликман](#))

Наш мозг может и ошибаться в интерпретации полученных данных. Возникают иллюзии.

Дополнительный материал:

- 1) [лекция М. Фаликман на ЗПП](#) (о зрительном восприятии)
- 2) о [тактильных иллюзиях](#)
- 3) научно-популярное видео о [зрительных иллюзиях](#)
- 4) научно-популярное видео о [слуховых иллюзиях](#)

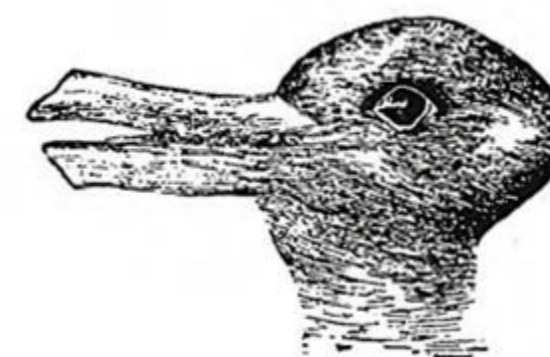


Рис. 8.1. «Зайцеутка» — двузначное изображение (автор — Jastrow), опубликованное впервые примерно в 1900 г. (рис из «Физиологии человека» Шмидта и соавт)

# Рецепторы и органы чувств, немного терминологии

## ***Давайте договоримся о терминах***

Термин «рецептор» используется в биологии для обозначения разных объектов. В клеточной биологии так называют молекулы на клеточных мембранах, специфически связывающие какие-либо вещества, например, гормоны. А в физиологии рецепторами называют сенсорные(чувствительные) клетки. Здесь и далее мы говорим о таких «физиологических» рецепторах.

**Рецептор** – специализированная клетка или ее часть, отвечающая за преобразование внешнего или внутреннего стимула в возбуждение нейрона. (определение по книге Шмидта и соавт «Физиология человека»). Часто говорят о сенсорных рецепторах.

**Орган чувств** – специализированная анатомическая структура, состоящая из клеток-рецепторов и связанных с ними вспомогательных приспособлений . Вспомогательные структуры усиливают действие нужного стимула и часто препятствуют действию посторонних стимулов.

Например, орган зрения человека, глаз, состоит из глазного яблока (сетчатки, склеры, роговицы, хрусталика и до) и вспомогательных частей – век, ресниц, слезного аппарата и др. А зрительными рецепторами, фоторецепторами, являются специализированные клетки сетчатки глаза, колбочки и палочки.

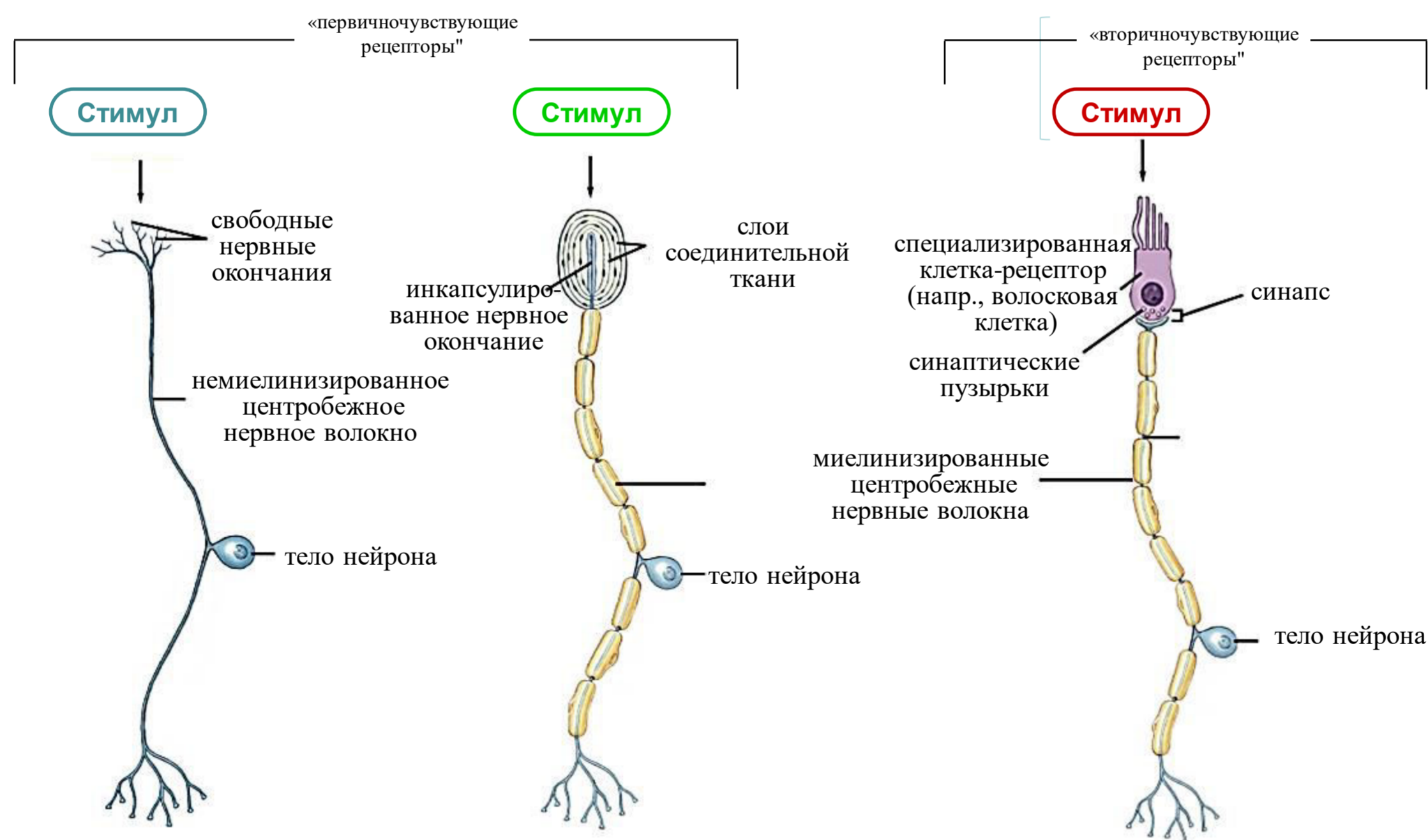
# Какие бывают рецепторы?

Итак рецептор – это клетка или ее часть, предназначенная для превращения энергии стимула в энергию нервного импульса.

Рецепторы бывают разные.

- Есть рецепторы, реагирующие на стимулы,
  - 1) поступающие из внешней среды (фоторецепторы, обонятельные рецепторы и др);
  - 2) поступающие от внутренних органов (интероцепторы);
  - 3) соответствующие положению тела в пространстве (проприорецепторы).
- В зависимости от природы стимула, вида его энергии, рецепторы человека делят на фоторецепторы, механорецепторы, терморецепторы и хеморецепторы.
- По типу вызываемых ощущений рецепторы классифицируют на *слуховые, зрительные, обонятельные, вкусовые, тактильные, температурные и болевые*. Следует отличать природу стимула и вызываемое им ощущение. Например, вкусовые и обонятельные рецепторы – это хеморецепторы, а слуховые и тактильные – это механорецепторы.
- У большинства рецепторов есть стимул, на который они реагируют лучше всего. Такой стимул называют адекватным. Но бывают и курьезы. Так, например, ментол в жвачке активирует холодовые рецепторы в ротовой полости.
- Рецепторы отличаются друг от друга также по чувствительности к стимулу, по скорости работы, по способности привыкать к постоянно действующему стимулу
- Работа далеко не всех рецепторов приводит к осознаваемым ощущениям. К таким рецепторам относятся многие интероцепторы автономной (вегетативной) нервной системы. Их активация во внутренних органах не достигает уровня сознания. Например, механо- и хеморецепторы в области каротидного синуса передают информацию нейронам продолговатого мозга, регулирующим сердечный ритм и кровяное давление. Высшие отделы ЦНС могут влиять на работу этих нейронов, но к рецепторам каротидного синуса это не имеет отношения.

## Структурные типы рецепторов



### «Свободные нервные окончания».

У чувствительного нейрона есть необычно длинный дендрит, обильно ветвящийся на конце. Именно эти веточки и являются собственно рецепторами.

Так устроены, например, рецепторы тепла в коже, многие хемо- и механорецепторы в вегетативной нервной системе.

### «Несвободные нервные окончания».

Рецепторами являются концы длинного дендрита чувствительного нейрона. Но в этом случае нервные окончания окружены дополнительными клетками или внеклеточными структурами.

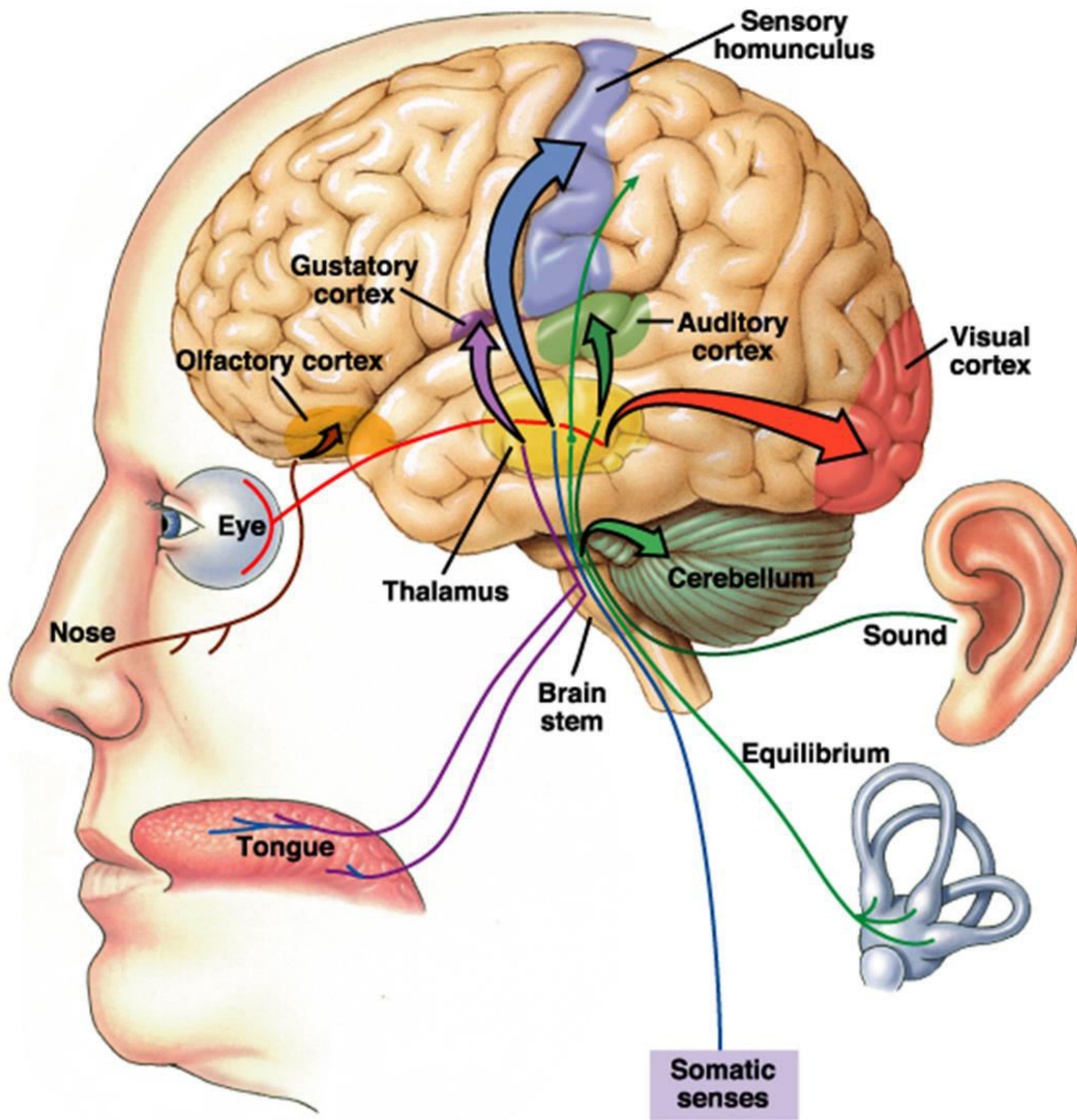
Так, например, устроены многие тактильные рецепторы кожи, вызывающие ощущение осязания

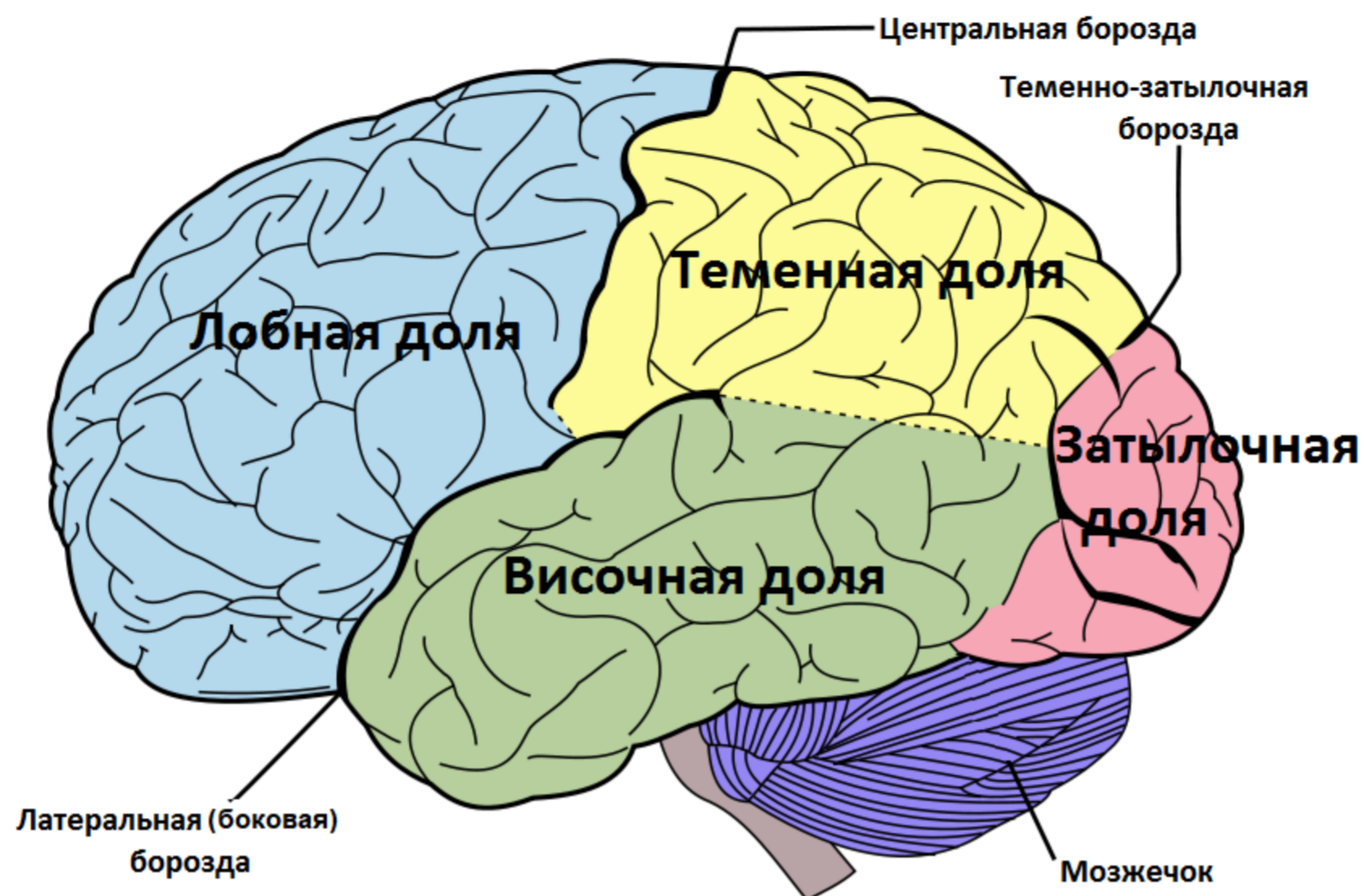
### Специализированные клетки-рецепторы

Стимул вызывает возбуждение клетки-рецептора. В результате возбуждения клетка-рецептор выделяет молекулы нейромедиатора в синаптическую щель, отделяющую ее от чувствительного нейрона. Выделенный нейромедиатор возбуждает чувствительный нейрон.

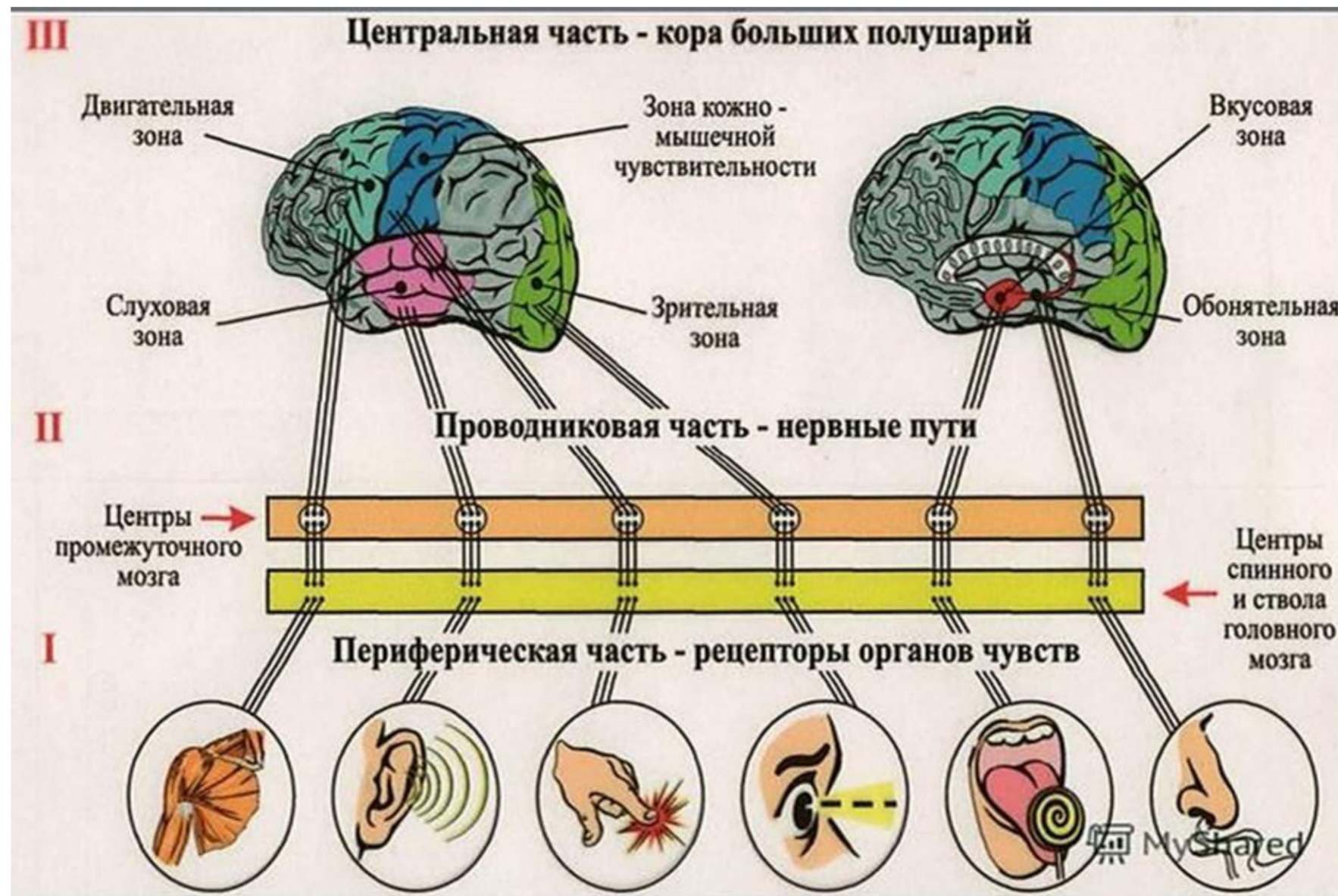
Так устроены рецепторы зрительного, слухового, вестибулярного и вкусового анализаторов.

## Анализаторы (сенсорные системы) человека





# Упрощенное описание анализаторов человека



	периферический отдел		проводниковый отдел		центральный отдел
	орган чувств	рецепторы			
<b>зрительный</b>	глаз	рецепторы сетчатки глаза (палочки и колбочки)	нейроны зрительного нерва (II ЧМ)	таламус ↓ верхнее двукольмие среднего мозга	зрительный центр в затылочной доле коры больших полушарий
<b>слуховой</b>	ухо	волосковые клетки кортиева органа улитки	нейроны спирального ганглия (VIII ЧМ)	ядра моста и продолговатого мозга → нижнее двукольмие среднего мозга → таламус	слуховой центр в височной доле коры больших полушарий
<b>вестибулярный</b>	вестибулярный аппарат	волосковые клетки в ампулах полукружных каналов и в мешочках преддверия внутреннего уха	нейроны вестибулярного ганглия (VIII ЧМ)	ядра продолговатого мозга → ядра глазодвигательного нерва → мотонейроны спинного мозга → мозжечок → гипоталамус (укачивание) → таламус	соматосенсорная кора (задняя постцентральная извилина коры большого мозга)
<b>обонятельный</b>	обонятельная область слизистой оболочки носовой полости	биполярные нейроны с неподвижными ресничками, погруженными в слизь (I ЧМ)	→ таламус		обонятельные центры в старой коре (палеокортексе), расположенные снизу больших полушарий; прямого представительства в коре больших полушарий нет
<b>вкусовой</b>	вкусовые почки в стенках ротовой полости, главным образом в слизистой оболочке языка и неба.	вкусовые клетки	нейроны лицевого (VII ЧМ), языкоглоточного (IX ЧМ) блуждающего (X ЧМ) нервов	ядро продолговатого мозга → таламус	первичная вкусовая кора на дне боковой борозды, разделяющей лобную, теменную и височные доли коры больших полушарий вблизи окончания центральной борозды
<b>осязательный (тактильный)</b>	осязательные тельца сосочкового слоя дермы (болевые, температурные, тактильные и др. рецепторы)		центростремительные нервы; спинной, продолговатый, промежуточный мозг		центр кожной чувствительности в центральной извилине теменной доли коры больших полушарий
<b>кожно-мышечный</b>	проприорецепторы в мышцах и связках		центростремительные нервы; спинной мозг; продолговатый и промежуточный мозг		двигательная зона и прилегающим к ней участки лобной и теменных долей.

## Орган зрения.

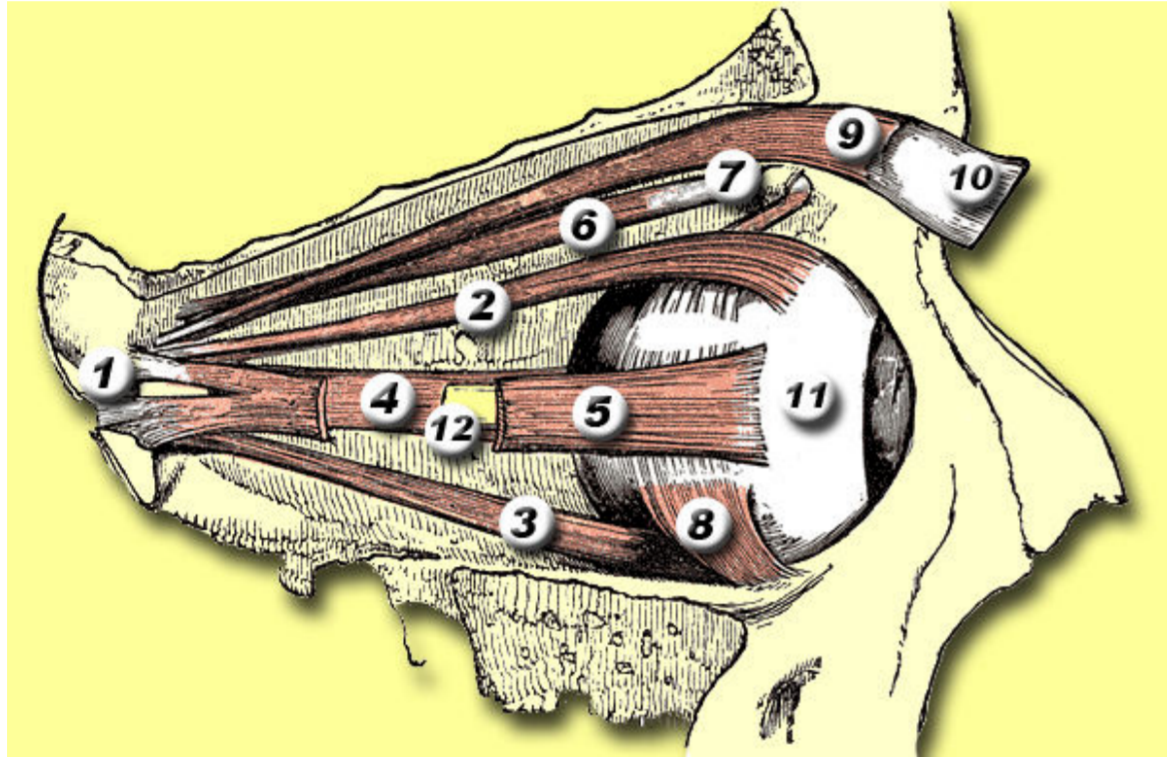
Системы	Придатки и части глаза	Строение	Функции
Вспомогательные	Брови	Волосы, растущие от внутреннего к внешнему углу глаза	Отводят пот с о лба
	Веки	Кожные складки с ресницами	Защищают глаз от световых лучей, пыли
	Слезный аппарат	Слезная железа и слезовыводящие пути	Слезы смачивают, очищают, дезинфицируют глаз
Оболочки	Белочная	Наружная плотная оболочка, состоящая из соединительной ткани	Защита глаза от механического и химического воздействия, вместилище всех частей глазного яблока
	Сосудистая	Срединная оболочка, пронизанная кровеносными сосудами	Питание глаза
	Сетчатка	Внутренняя оболочка глаза, состоящая из фоторецепторов - палочек и колбочек	Восприятие света
Оптическая	Роговица	Прозрачная передняя часть белочной оболочки	Преломляет лучи света
	Водянистая влага	Прозрачная жидкость, находящаяся за роговицей	Пропускает лучи света
	Радужная оболочка (радужка)	Передняя часть сосудистой оболочки	Содержит пигмент, придающий цвет глазу
	Зрачок	Отверстие в радужной оболочке, окруженное мышцами	Регулирует количество света, расширяясь и суживаясь
	Хрусталик	Двояковыпуклая эластичная прозрачная линза, окруженная ресничной мышцей	Преломляет и фокусирует лучи света, обладает аккомодацией
	Стекловидное тело	Прозрачное тело в состоянии коллоида	Заполняет глазное яблоко. Пропускает лучи света
Световоспринимающая	Фоторецепторы (нейроны)	В сетчатке в форме палочек и колбочек	Палочки воспринимают форму (зрение при слабом освещении), колбочки - цвет (цветовое зрение)
	Зрительный нерв	Нервные клетки коры, от которых начинаются волокна зрительного нерва, соединены с отростками фоторецепторных нейронов	Воспринимает возбуждение и передает в зрительную зону коры головного мозга, где происходит анализ возбуждения и формирование зрительных образов



# Вспомогательные структуры глаза

**Конъюктива** — слизистая оболочка, соединяющая глазное яблоко с кожным покровами.

## Глазодвигательные мышцы

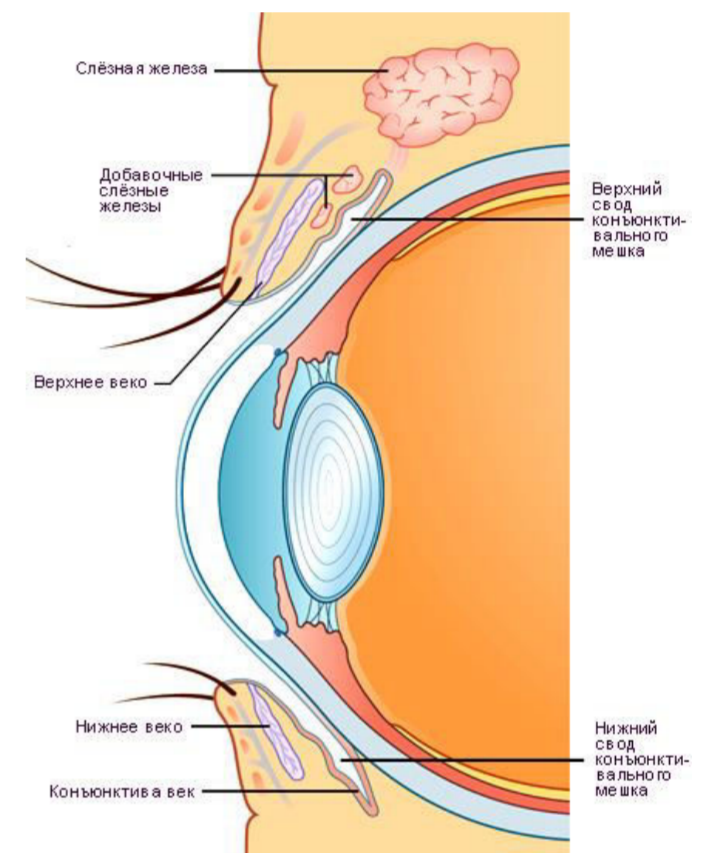


Мышцы глазницы, вид сбоку: 1 — фиброзное кольцо Зинна; 2 — верхняя прямая; 3 — нижняя прямая; 4 — внутренняя прямая; 5 — наружная прямая; 6 — верхняя косая; 7 — блок; 8 — нижняя косая; 9 — поднимающая верхнее веко; 10 — верхнее веко; 11 — глазное яблоко; 12 — зрительный нерв

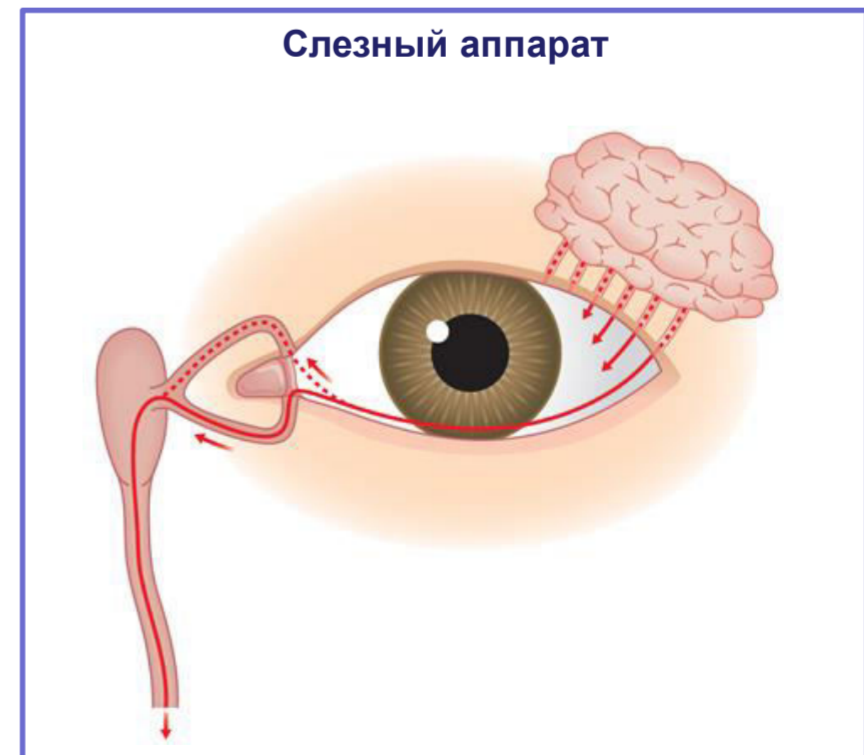
<https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=544761>



## Веки и конъюктива

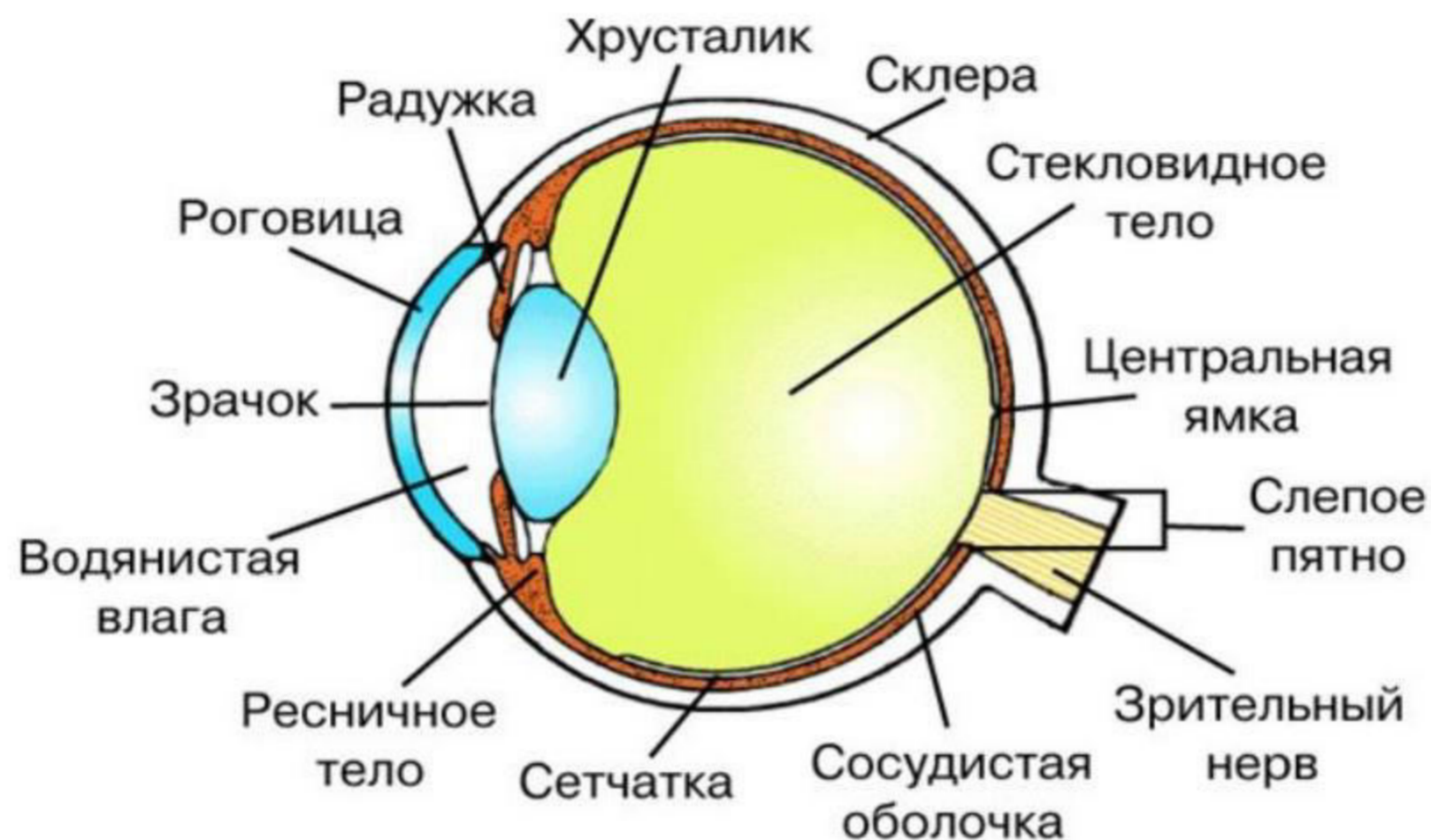


## Слезный аппарат



**Брови**

# Три оболочки глаза



«Глазное яблоко имеет примерно сферическую форму с диаметром около 2,5 см. Оно расположено на жировой подушке в переднем отделе глазницы. Глаз имеет три оболочки.

**1. Белочная оболочка (склера с прозрачной роговицей)** — наружная очень плотная фиброзная оболочка глаза;

**Склера** — внешняя прочная оболочка глаза; внутренняя часть склеры непроницаема для сетовых лучей. Функция: защита глаза от внешних воздействий и светоизоляция;

**Роговица** — передняя прозрачная часть склеры; является первой линзой на пути световых лучей.

Функция: механическая защита глаза и пропускание световых лучей

**2. Сосудистая оболочка с наружной радужной оболочкой и ресничным телом** — пронизана кровеносными сосудами (питание глаза) и содержит пигмент, препятствующий рассеиванию света через склеру;

**Радужная оболочка** — передняя пигментированная часть сосудистой оболочки; содержит пигменты **меланин** и **липофусцин**, определяющие цвет глаз.

**3. Сетчатая оболочка (сетчатка)** — внутренняя оболочка глазного яблока — рецепторная часть зрительного анализатора; функция: непосредственное восприятие света и передача информации в центральную нервную систему.

---

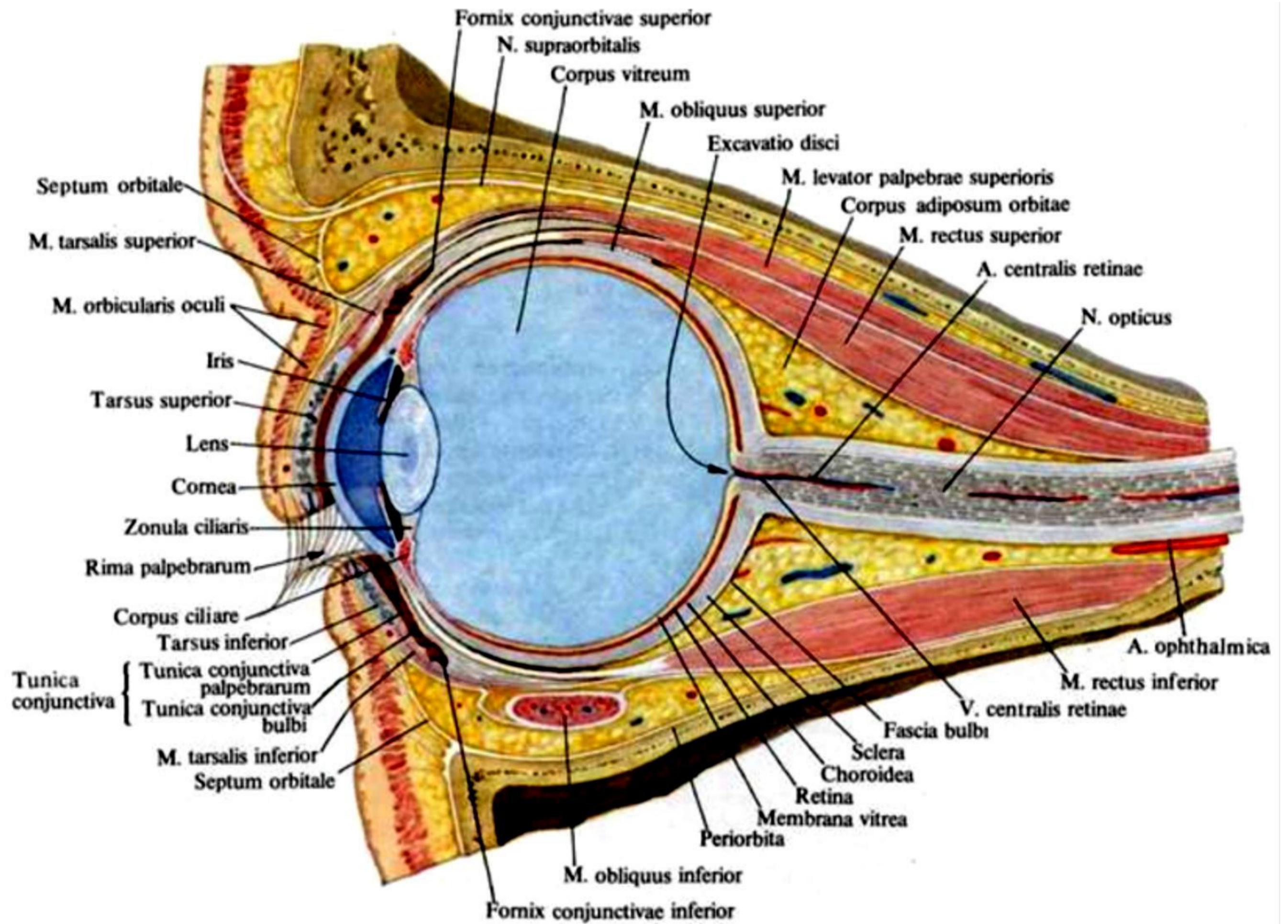
**Хрусталик** — двояковыпуклая линза, расположенная за роговицей. Функция хрусталика: фокусировка световых лучей. Хрусталик не имеет сосудов и нервов. В нем не развиваются воспалительные процессы. В нем много белков, которые иногда могут терять свою прозрачность, что приводит к заболеванию, называемому **катаракта**.

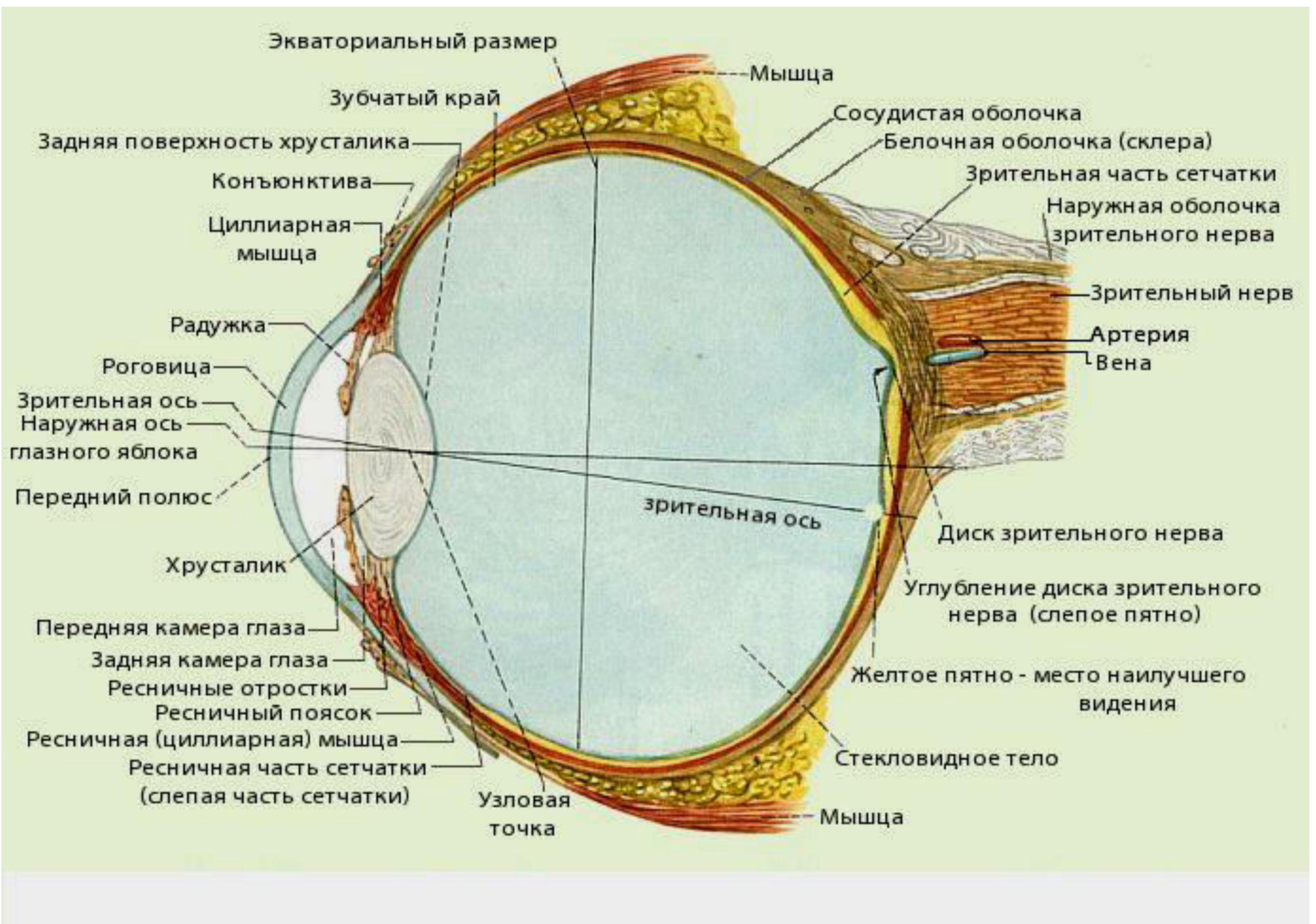
**Зрачок** — круглое отверстие в радужной оболочке. Функция: регуляция светового потока, поступающего в глаз. Диаметр зрачка произвольно меняется с помощью гладких мышц радужной оболочки при изменении освещенности.

**Передняя и задняя камеры** — пространство спереди и сзади радужной оболочки, заполненное прозрачной жидкостью (**водянистой влагой**).

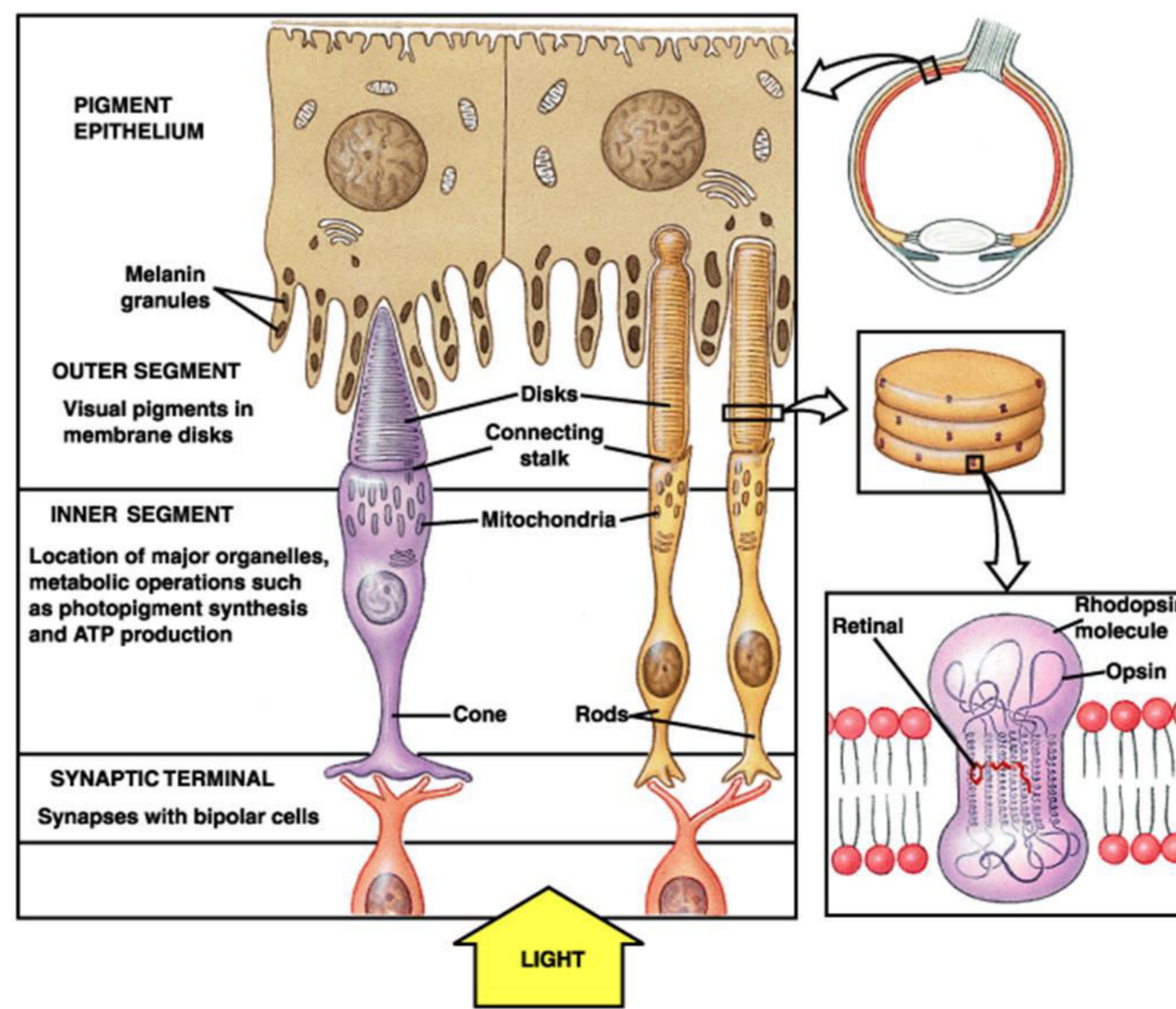
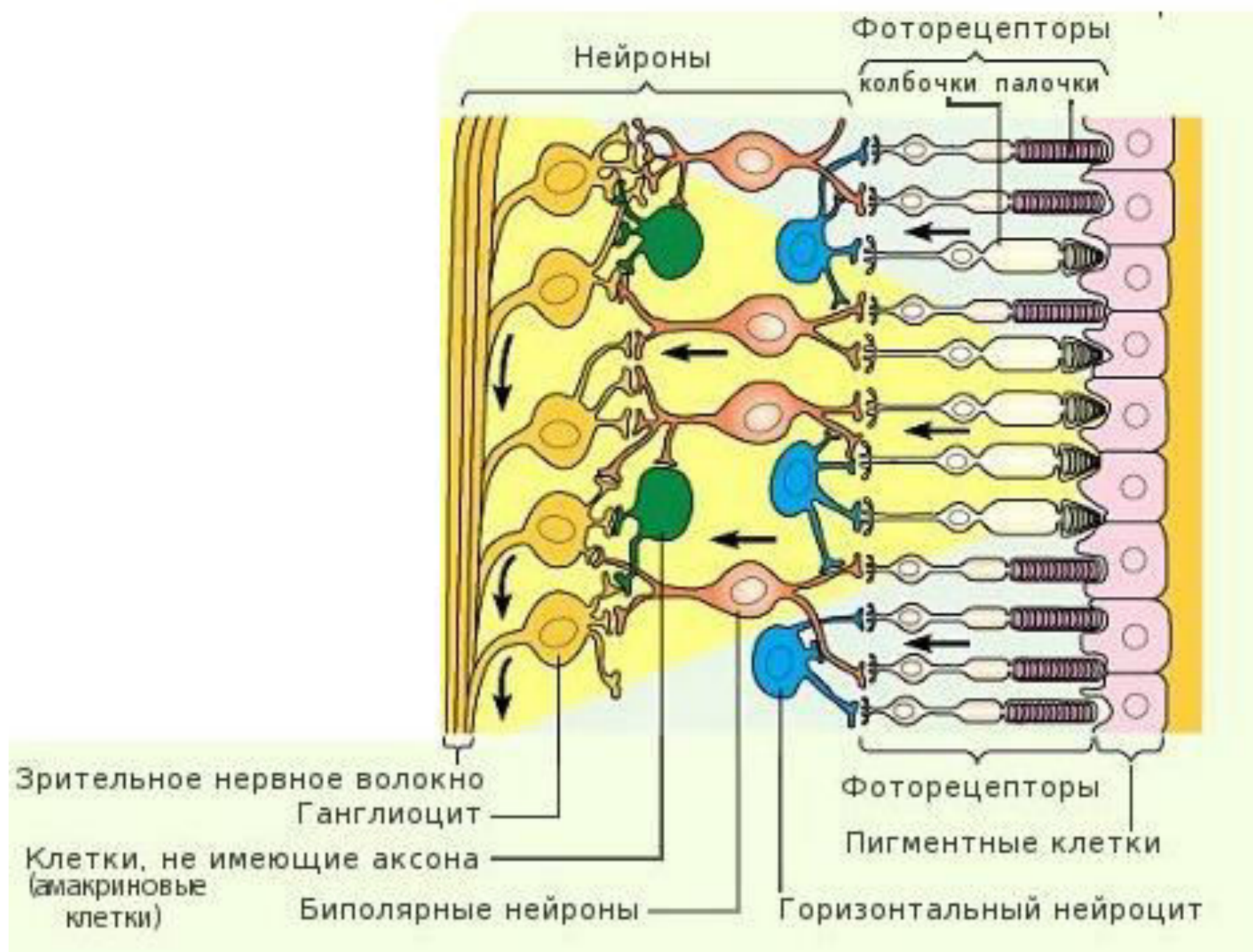
**Ресничное (цилиарное) тело** — часть средней (сосудистой) оболочки глаза; функция: фиксация хрусталика, обеспечение процесса аккомодации (изменение кривизны) хрусталика; продуцирование водянистой влаги камер глаза, терморегуляция.

**Стекловидное тело** — полость глаза между хрусталиком и глазным дном, заполненная прозрачным вязким гелем, поддерживающим форму глаза. »

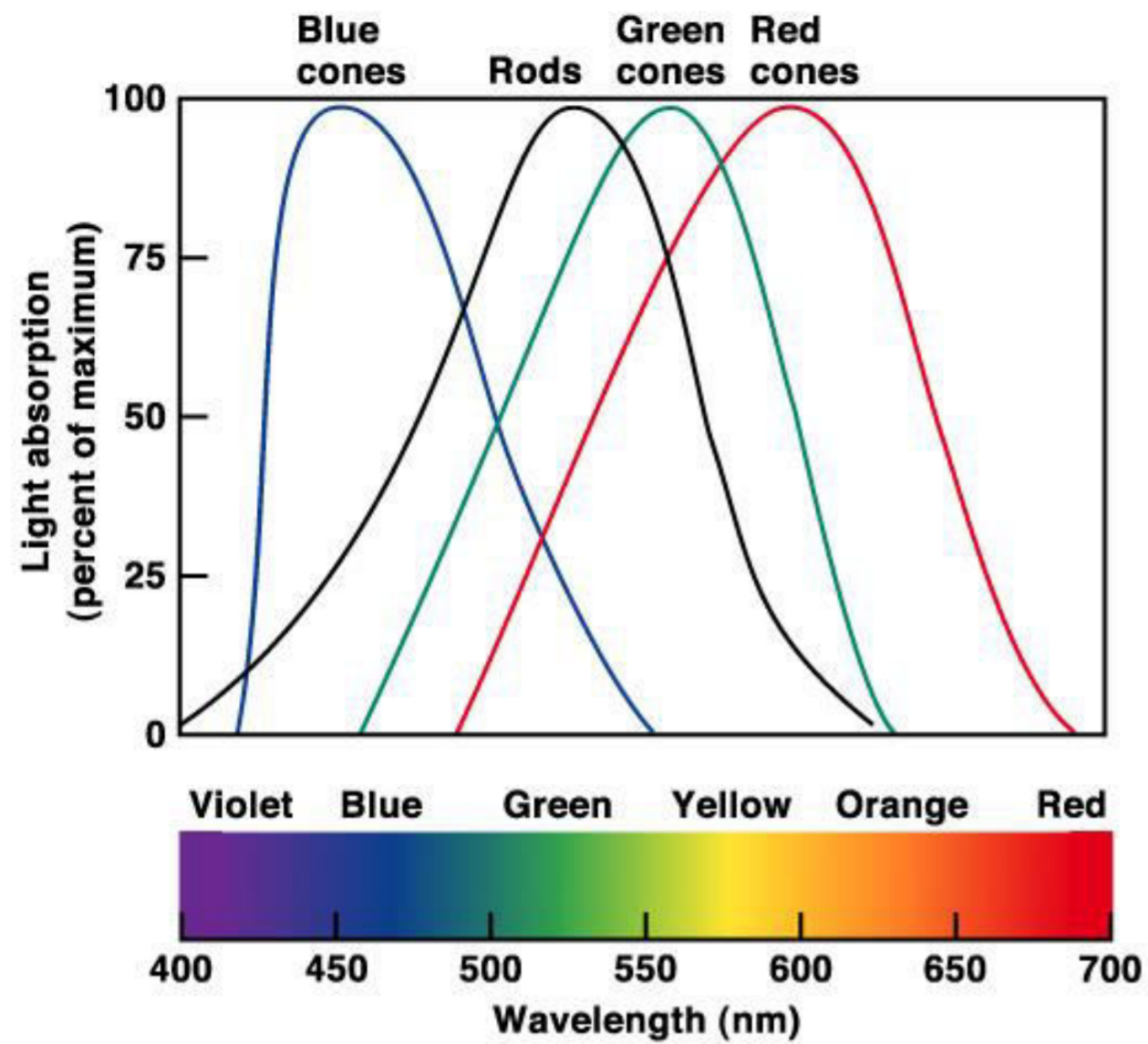




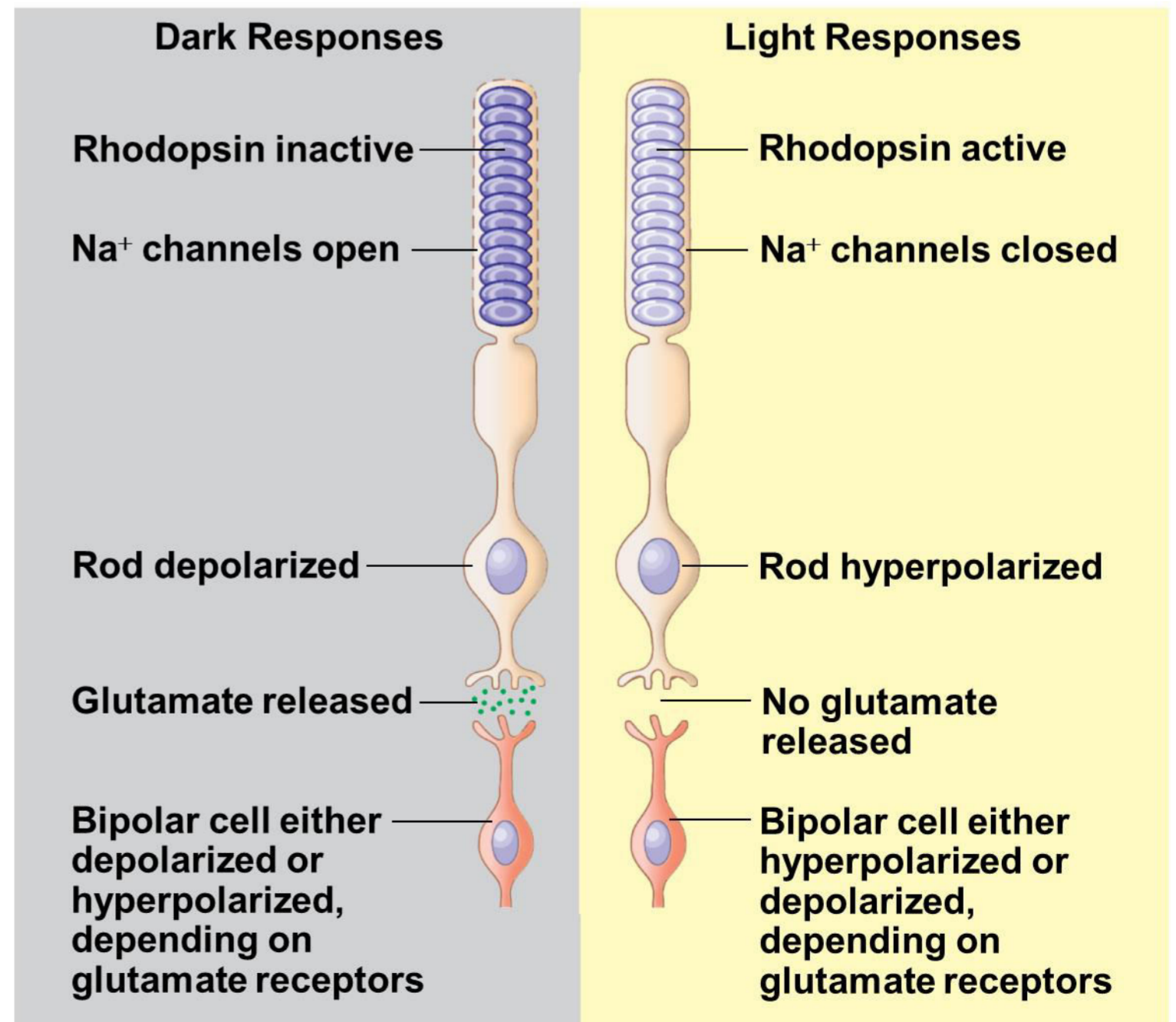
# Строение сетчатки



# Работа фоторецепторов



Graph question: Which pigment absorbs light over the broadest spectrum of wavelengths? Over the narrowest? Which pigment absorbs the most light at 500 nm?



# Расположение фоторецепторов



Распределение колбочек и палочек в сетчатке (схема).

По оси ординат – плотность рецепторов (число рецепторов на 1 мм<sup>2</sup>), по оси абсцисс – расстояние от центральной ямки в угловых градусах.

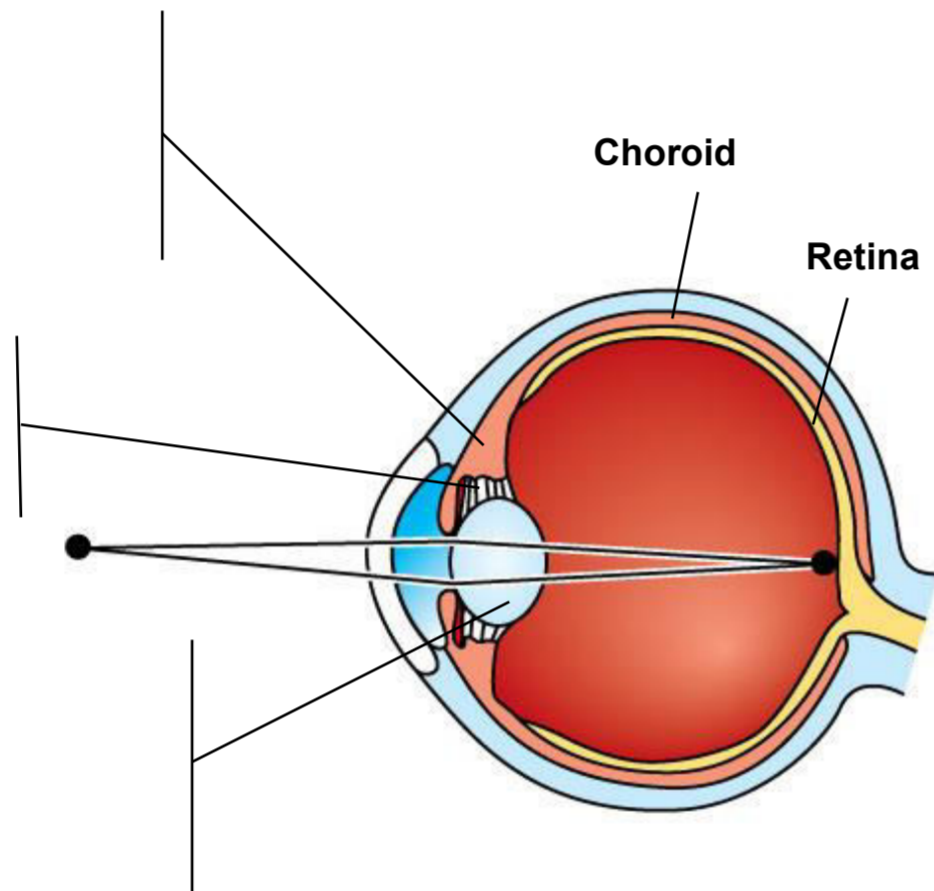
# Аккомодация глаза (фокусировка на сетчатке)

(a) Near vision (accommodation)

Ciliary muscles contract, pulling border of choroid toward lens.

Suspensory ligaments relax.

Lens becomes thicker and rounder, focusing on nearby objects.

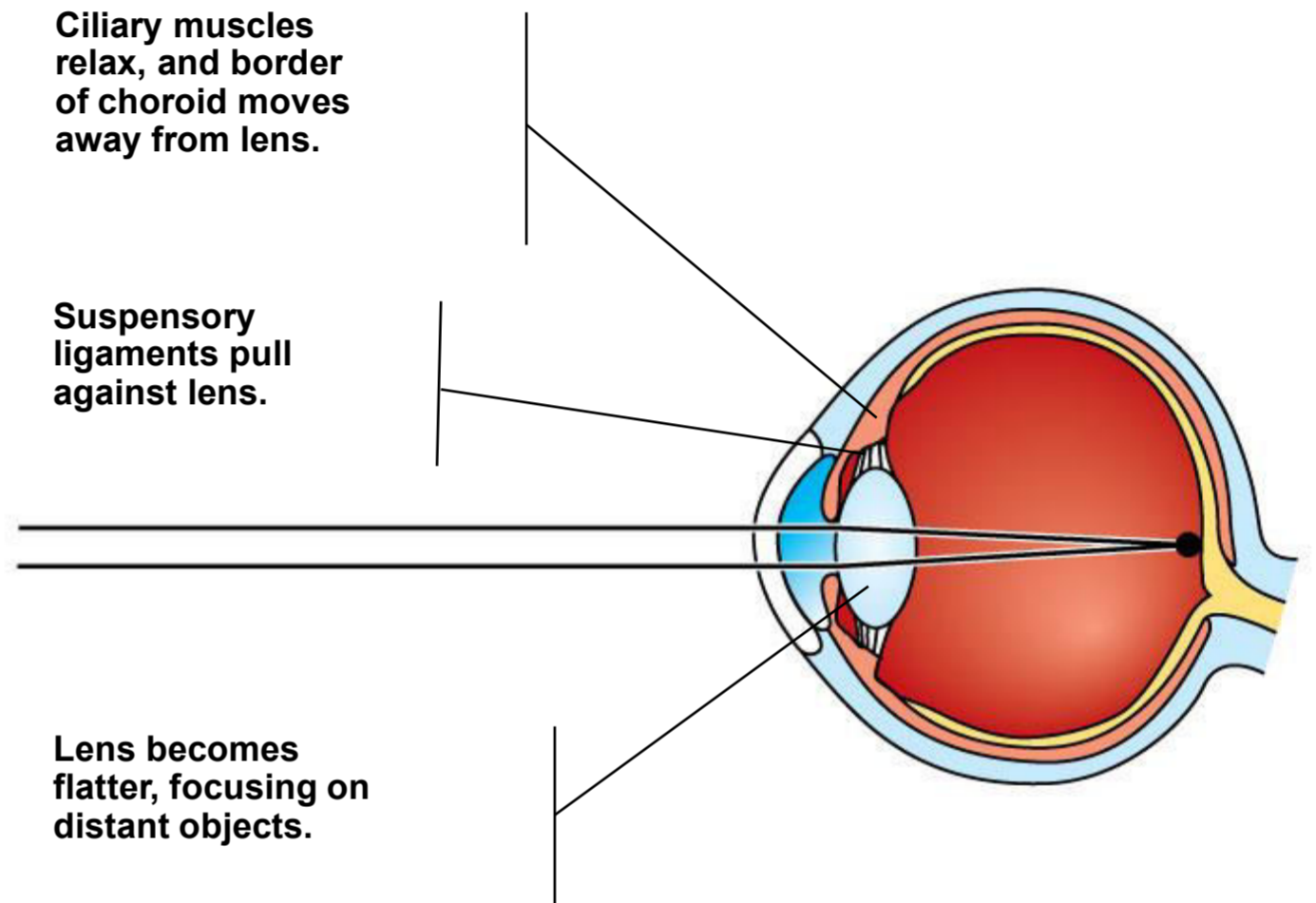


(b) Distance vision

Ciliary muscles relax, and border of choroid moves away from lens.

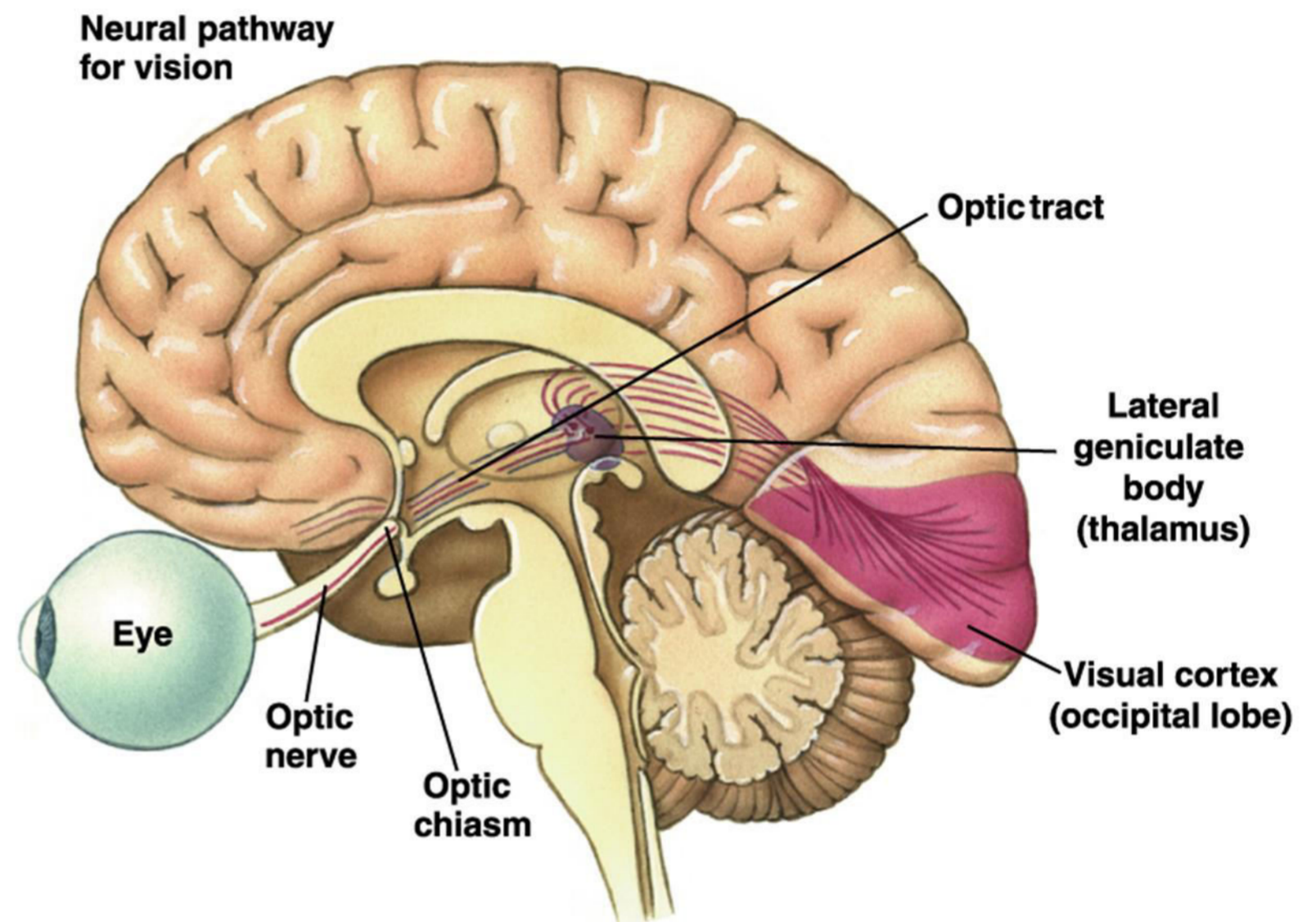
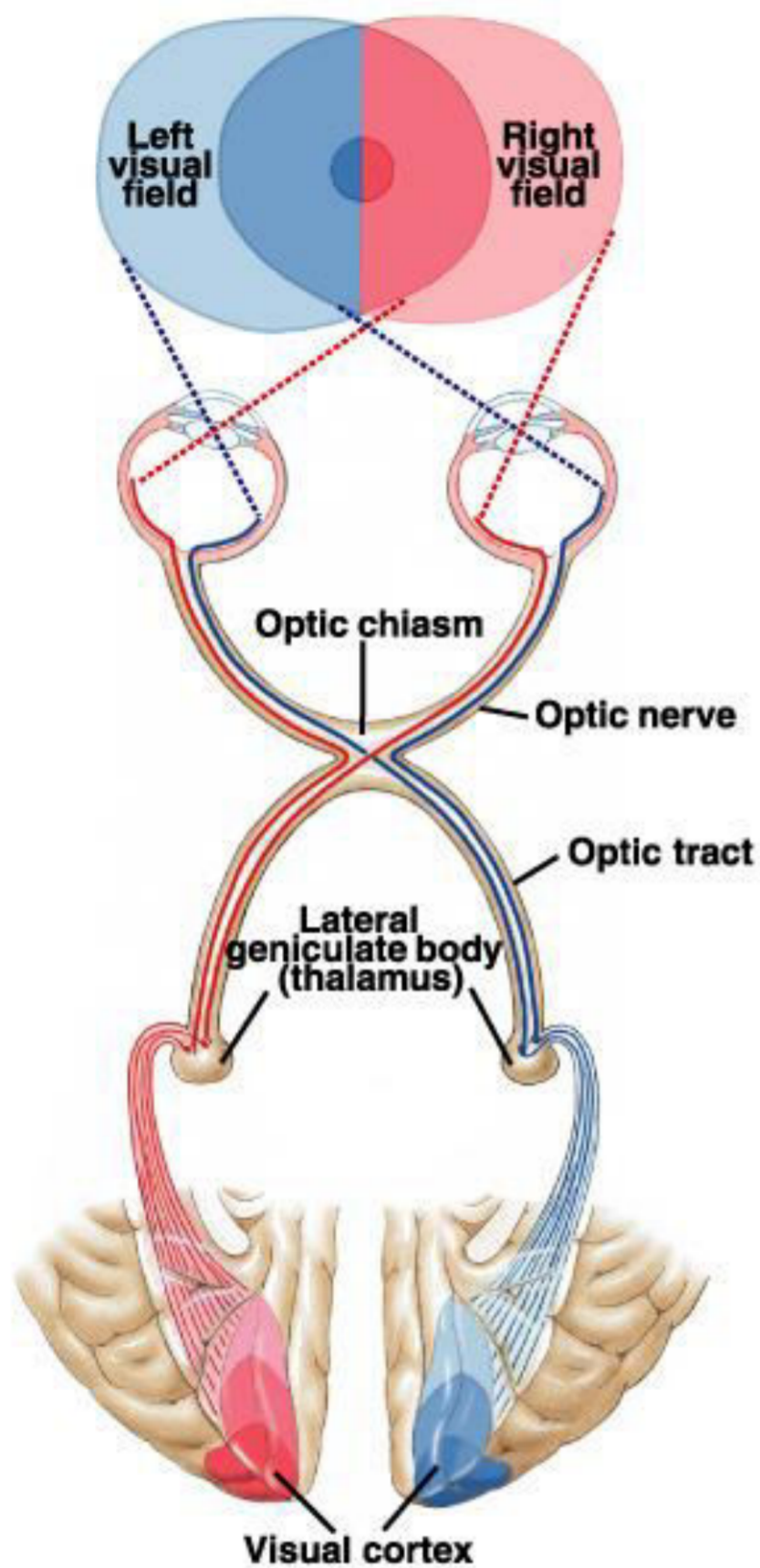
Suspensory ligaments pull against lens.

Lens becomes flatter, focusing on distant objects.





# Проводниковый отдел зрительного анализатора. Бинокулярное зрение

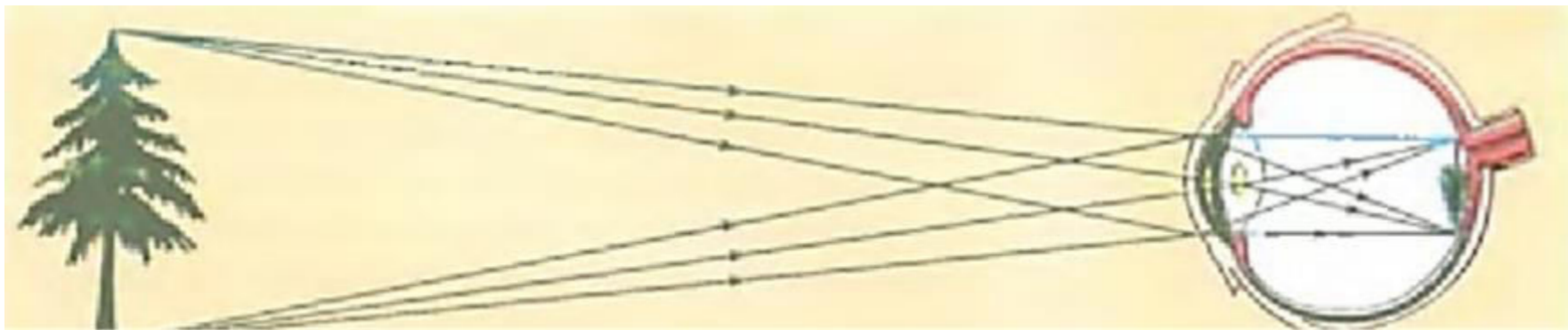


От глаза отходит зрительный нерв.

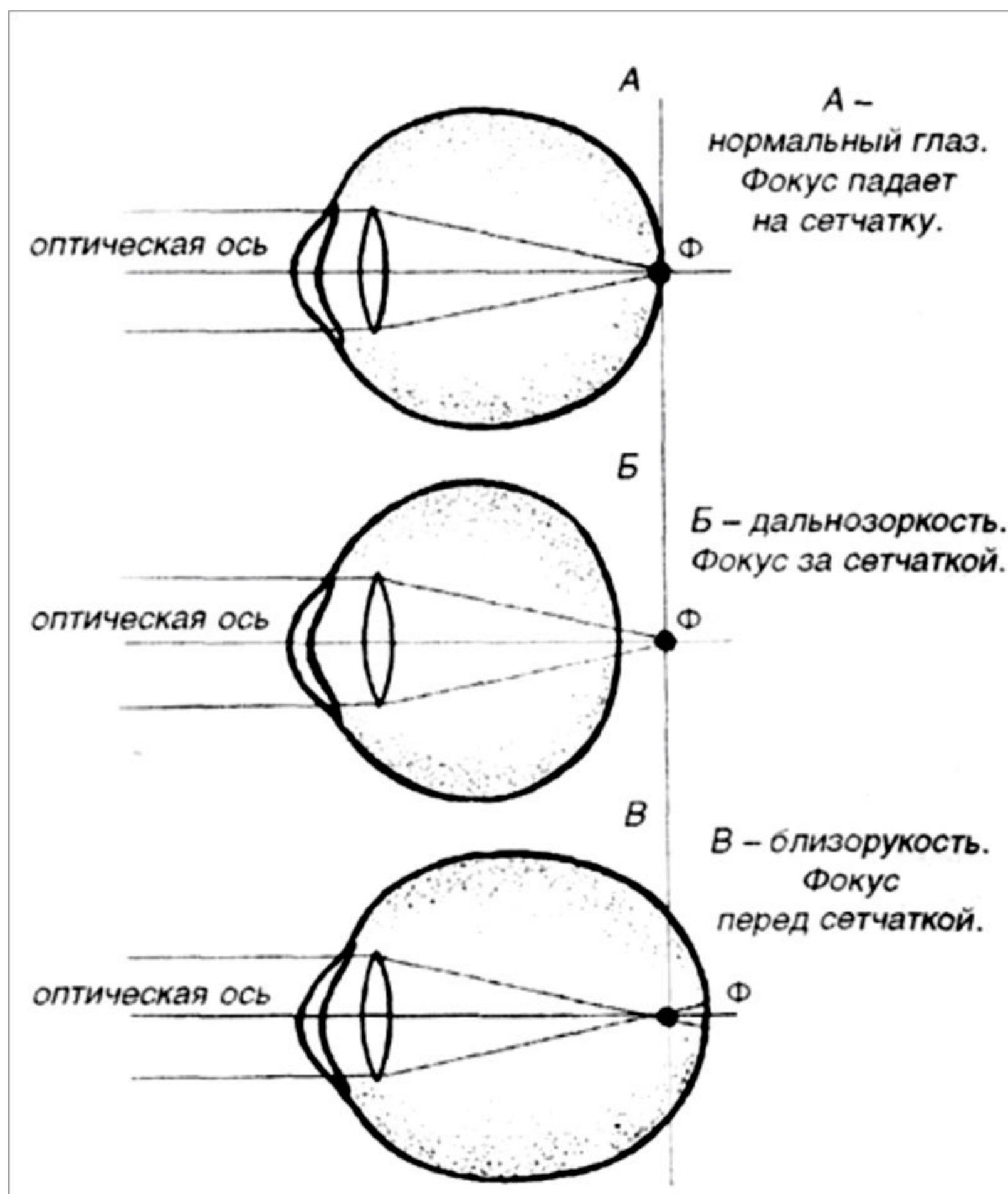
После перекреста начинается *зрительный тракт*, который содержит волокна от внутренней половины сетчатки противоположного глаза и от наружной половины сетчатки своего глаза. Зрительный тракт делится на 2 неравные половины, которые заканчиваются в подкорковых центрах зрения - в таламусе и в *верхних холмиках крыши среднего мозга*. От ядер таламуса аксоны идут к зрительной коре, а от среднего мозга либо соединяются с парасимпатическим ядром III пары черепных нервов, либо направляется в спинной мозг к клеткам передних рогов, обеспечивая автоматические рефлекторные движения в ответ на зрительные раздражения



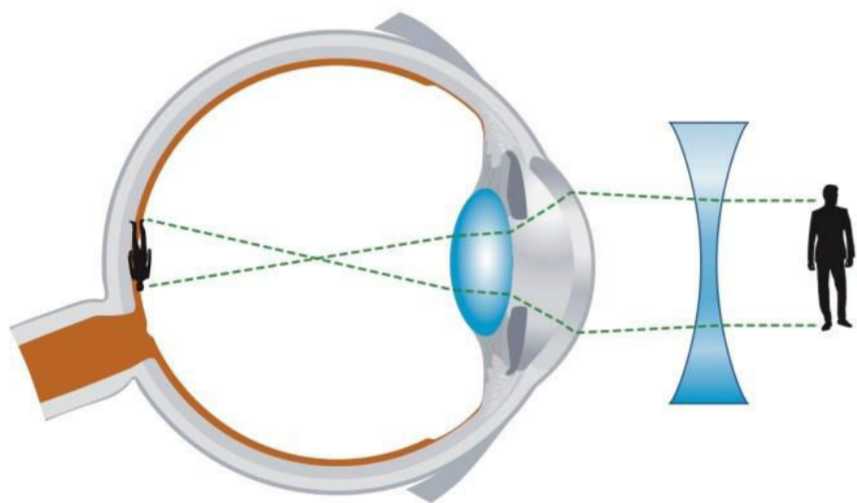
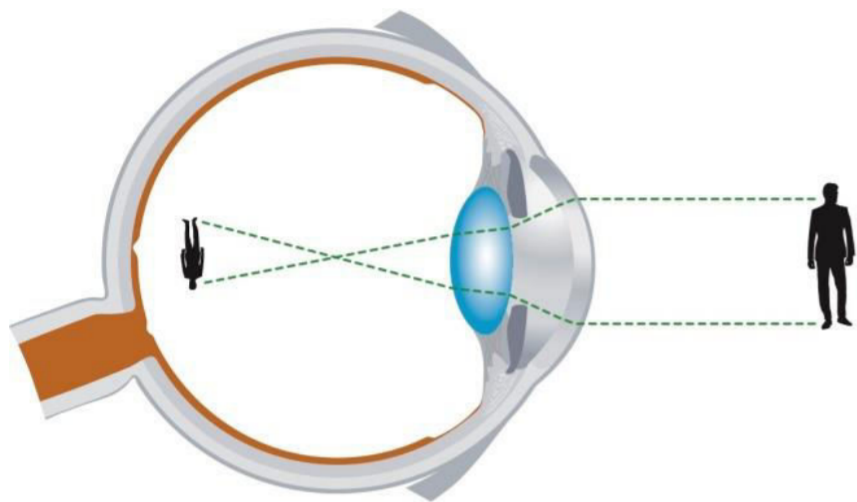
# Глаз как оптическая система



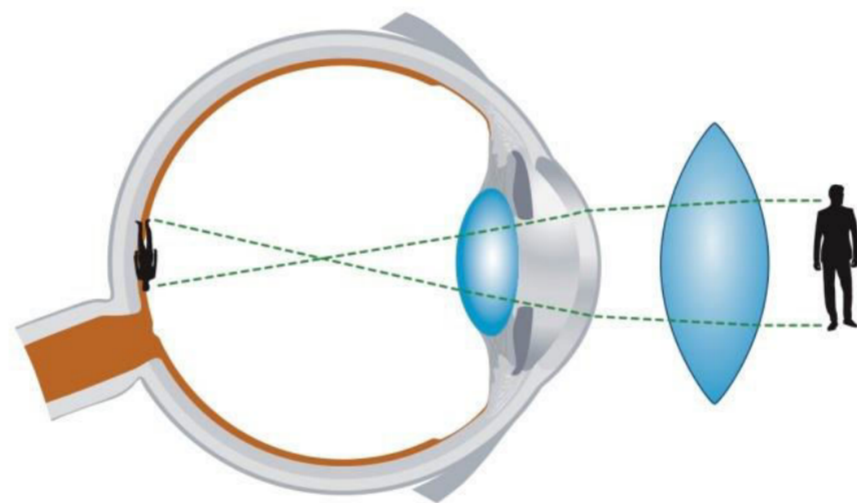
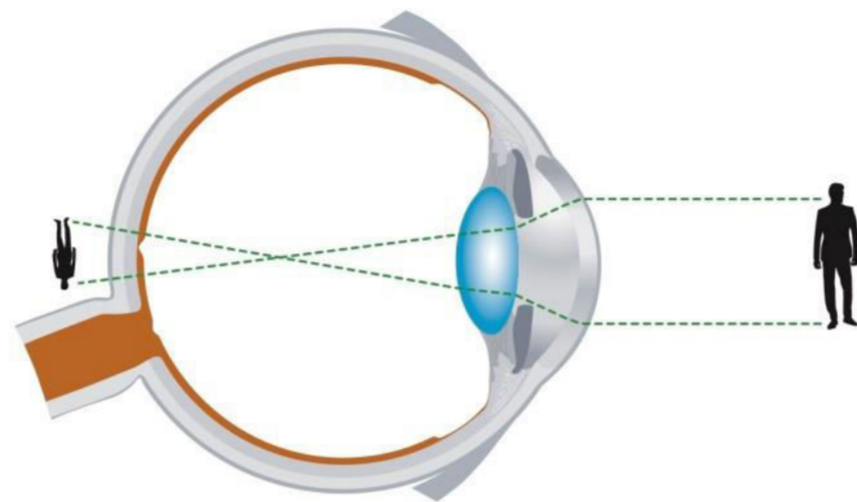
Изображение, которое получается на сетчатке глаза, — действительное, перевернутое, уменьшенное



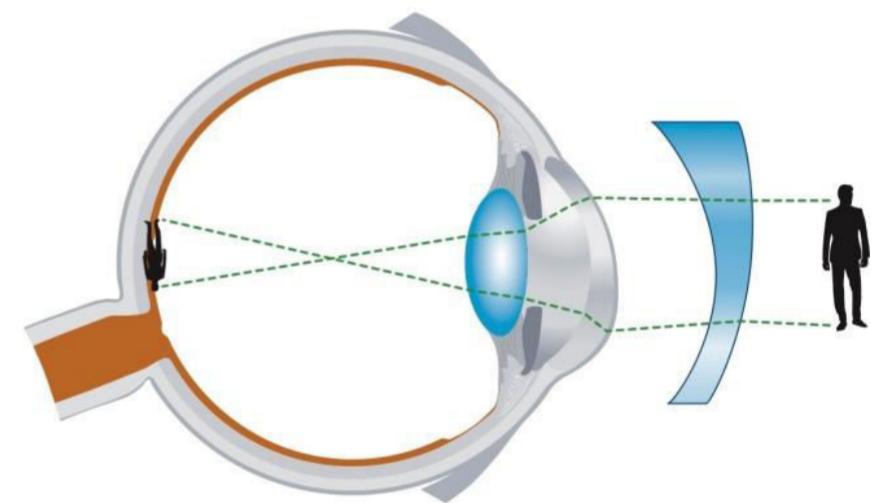
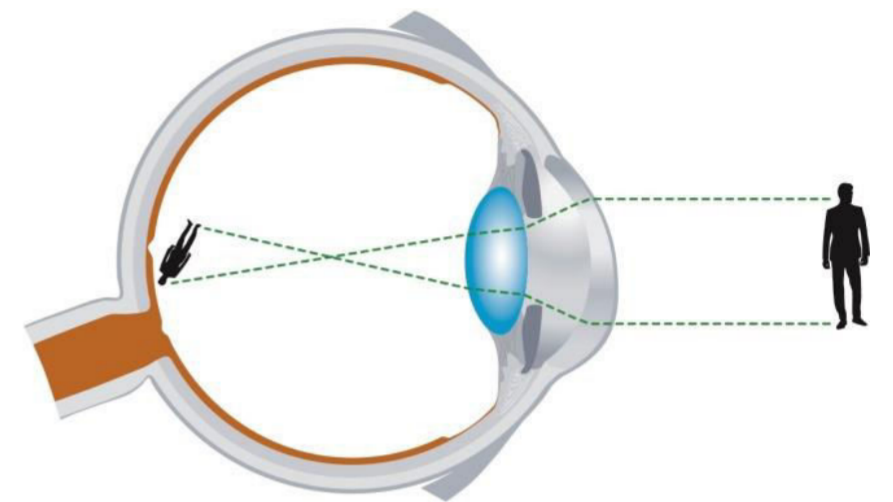
# Какие бывают очки?



Myopia



Hyperopia

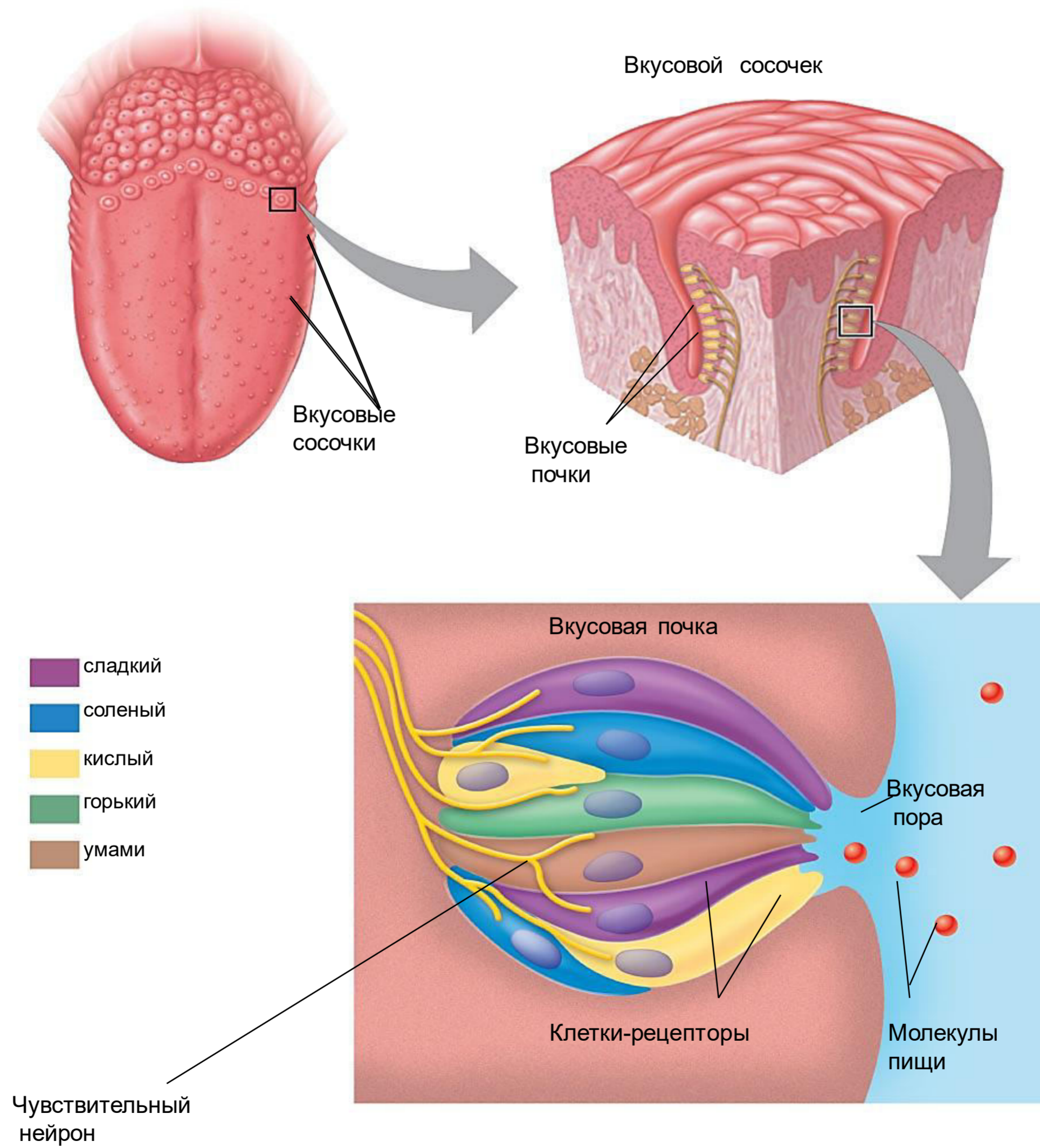


Astigmatism

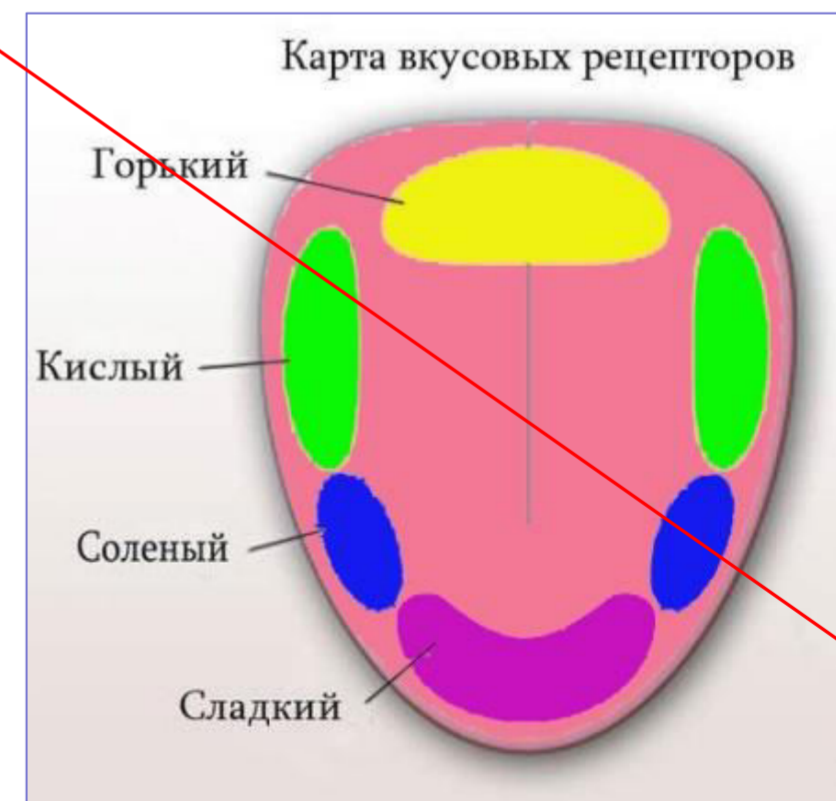
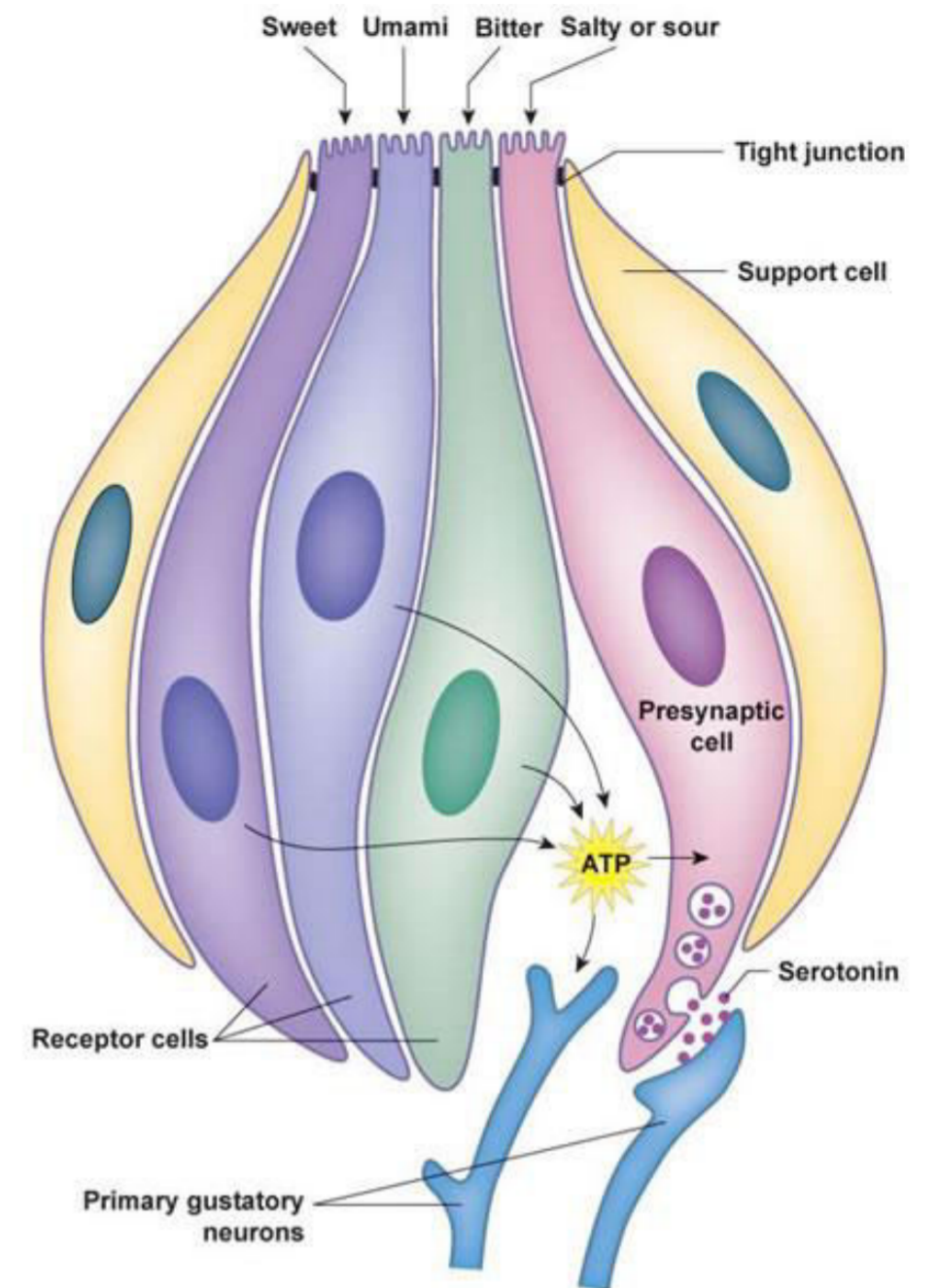
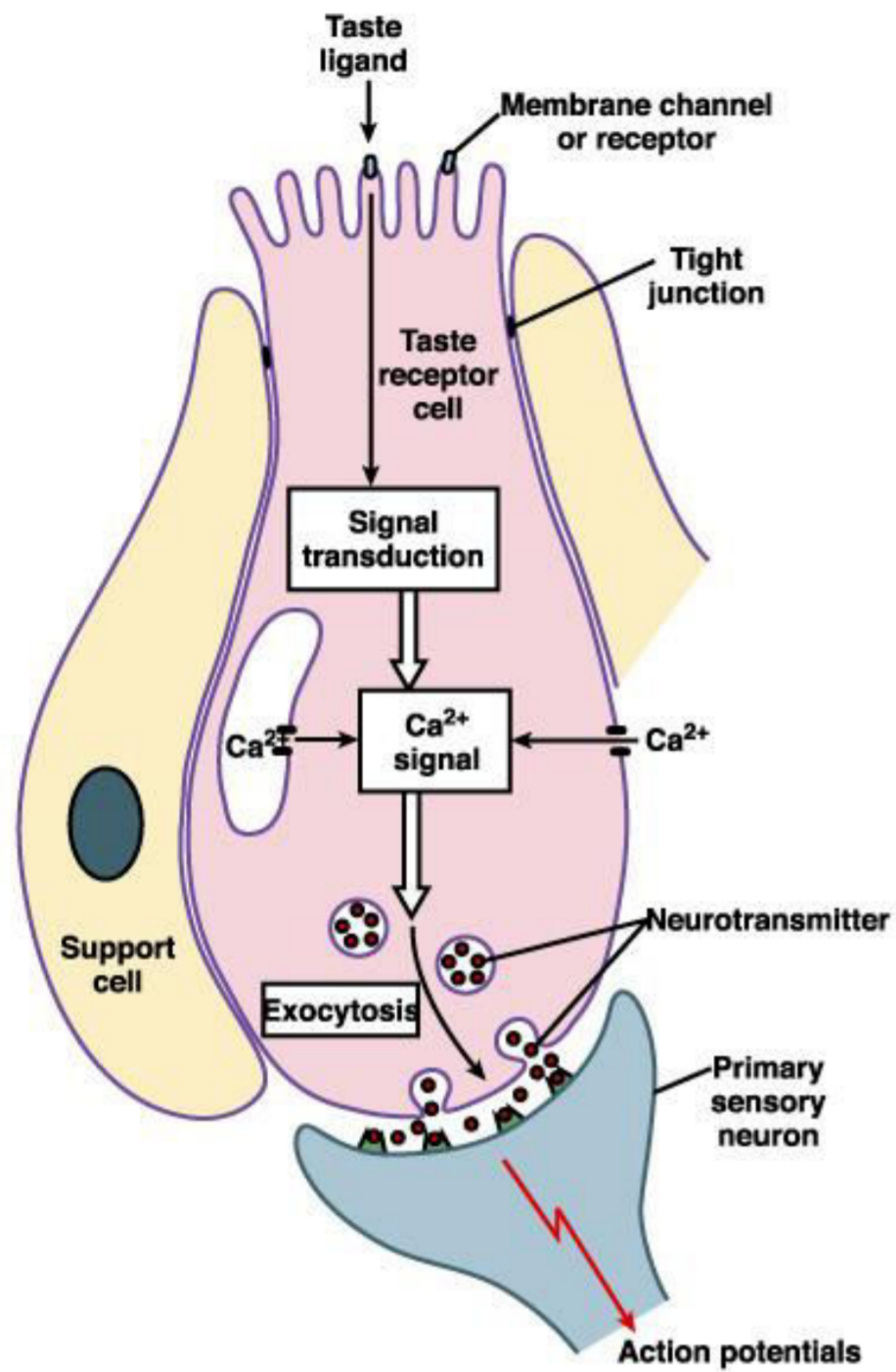
У человека есть два химических чувства, позволяющих различать химические вещества, – это обоняние и вкус.

# Вкусовой анализатор

## I. Вкусовые рецепторы



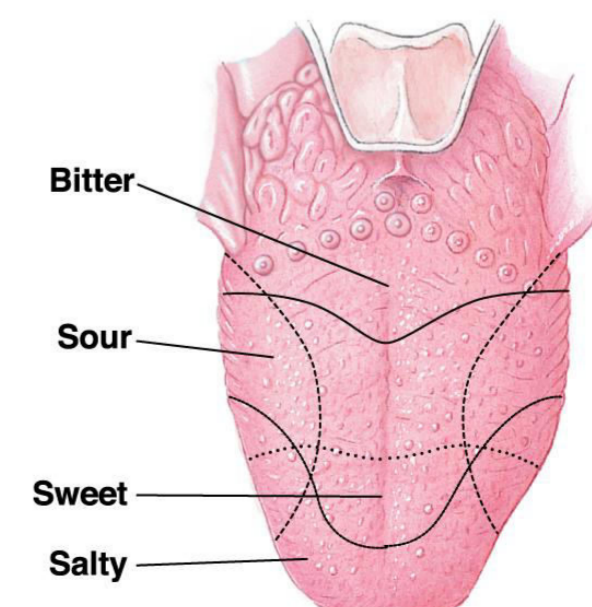
# Вкусовые рецепторы



- у человека на языке 2000-8000 вкусовых почек;
- в каждой вкусовой почке есть 50-150 вкусовых рецепторов (вкусовых клеток);
- верхушки всех вкусовых клеток обращены в сторону вкусовой поры; на верхушке каждой вкусовой клетки есть микроворсинки, вступающие в контакт с растворенными веществами;
- вещества могут попасть во вкусовую пору только, если они растворены в слюне и слизи;
- базальный (нижний конец) вкусовой клетки образует синапс с чувствительным нейроном;
- каждая вкусовая клетка чувствительна к определенному классу веществ;
- в одной вкусовой почке могут находиться рецепторы с разной специфичностью; представление о четких вкусовых зонах языка, по-видимому, является устоявшимся мифом;
- вкусовые клетки живут около 10 дней, затем они заменяются на новые.

[ref,ref]

[Анатомия вкуса \(науч-поп\)](#)



# Проводниковая и центральные части вкусового анализатора

« Основной центр вкуса располагается на дне боковой борозды в островковой, или инсулярной, коре. Здесь формируется целостное восприятие вкуса — в этой зоне соединяется вкусовой и обонятельный сигналы, а еще сигнал от системы кожной чувствительности» [ref].

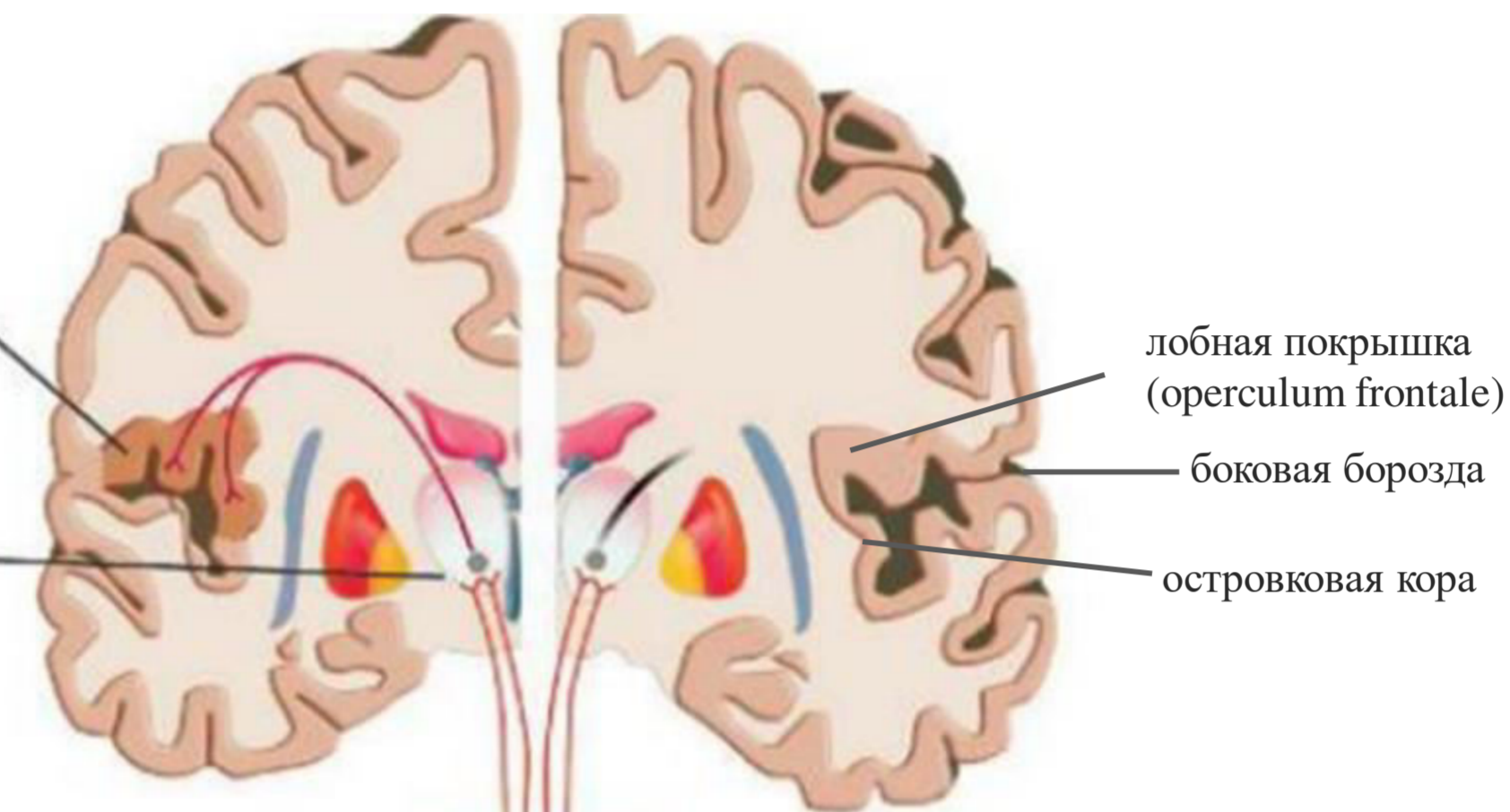
первичная вкусовая кора  
(передняя островковая +  
лобная покрывка  
(operculum frontale))

ядро VPMN  
таламуса

лобная покрывка  
(operculum frontale)

боковая борозда

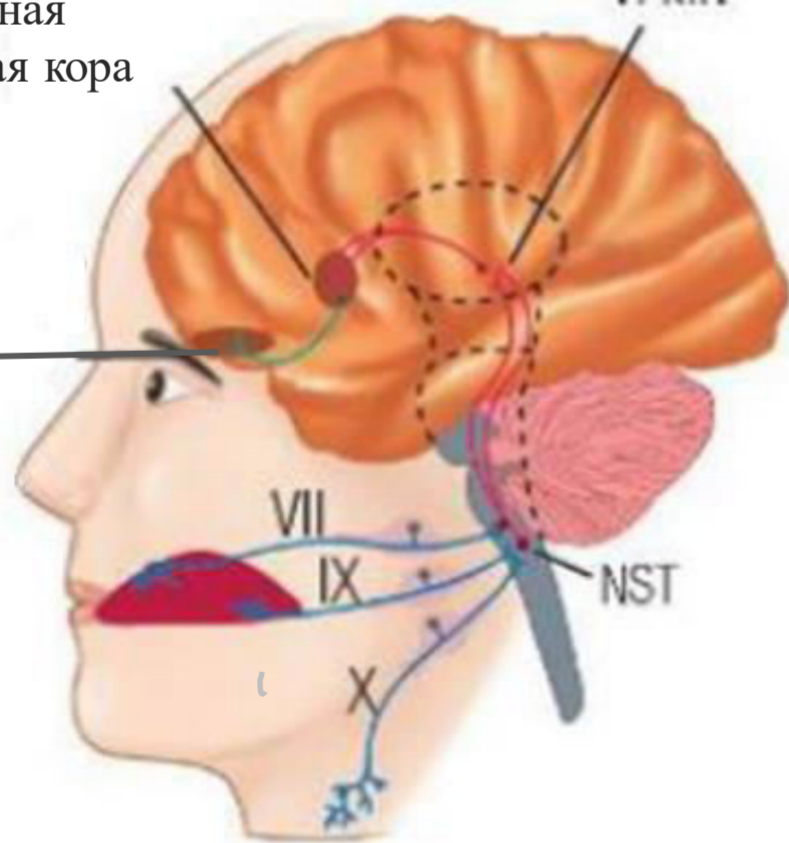
островковая кора



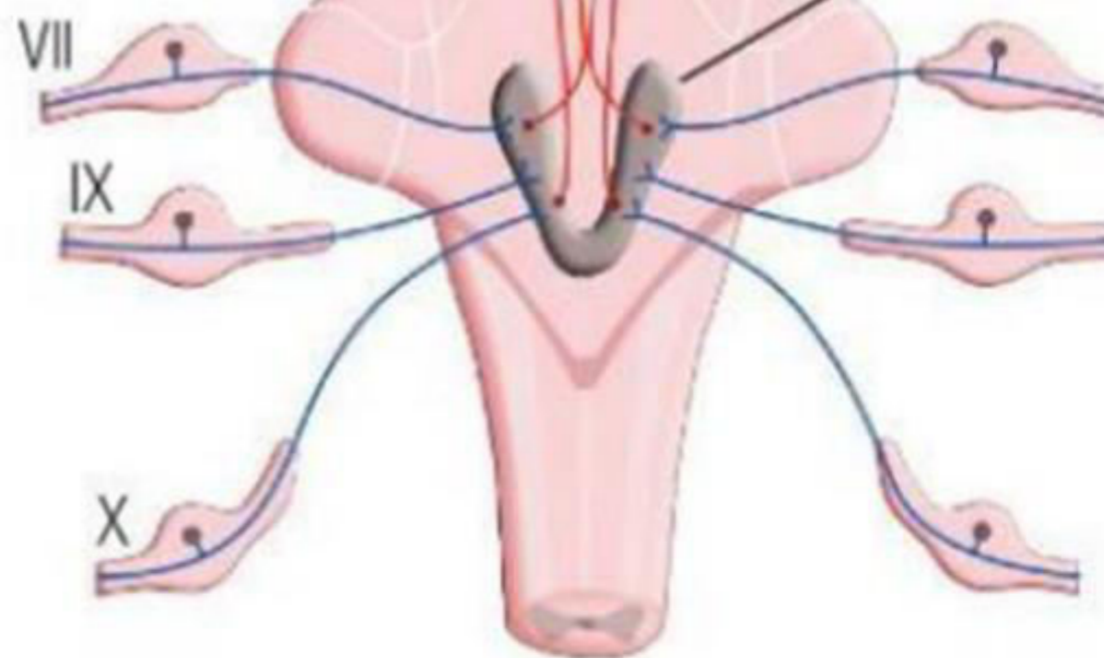
первичная  
вкусовая кора

VPMN

вторичная  
вкусовая кора  
в орбито-  
фронтальной  
области лобной  
доли



ядро одиночного пути в продолговатом мозге



Лицевой нерв (VII) получает сигналы  
от вкусовых почек передней части  
языка, начиная от кончика языка и на  
протяжении 2/3 длины языка

Языкоглоточный нерв (IX) связан со  
вкусовыми почками задней трети  
языка

Блуждающий нерв (X) связан со  
вкусовыми почками, рассеянными по  
поверхности надгортанника

# Восприятие вкуса

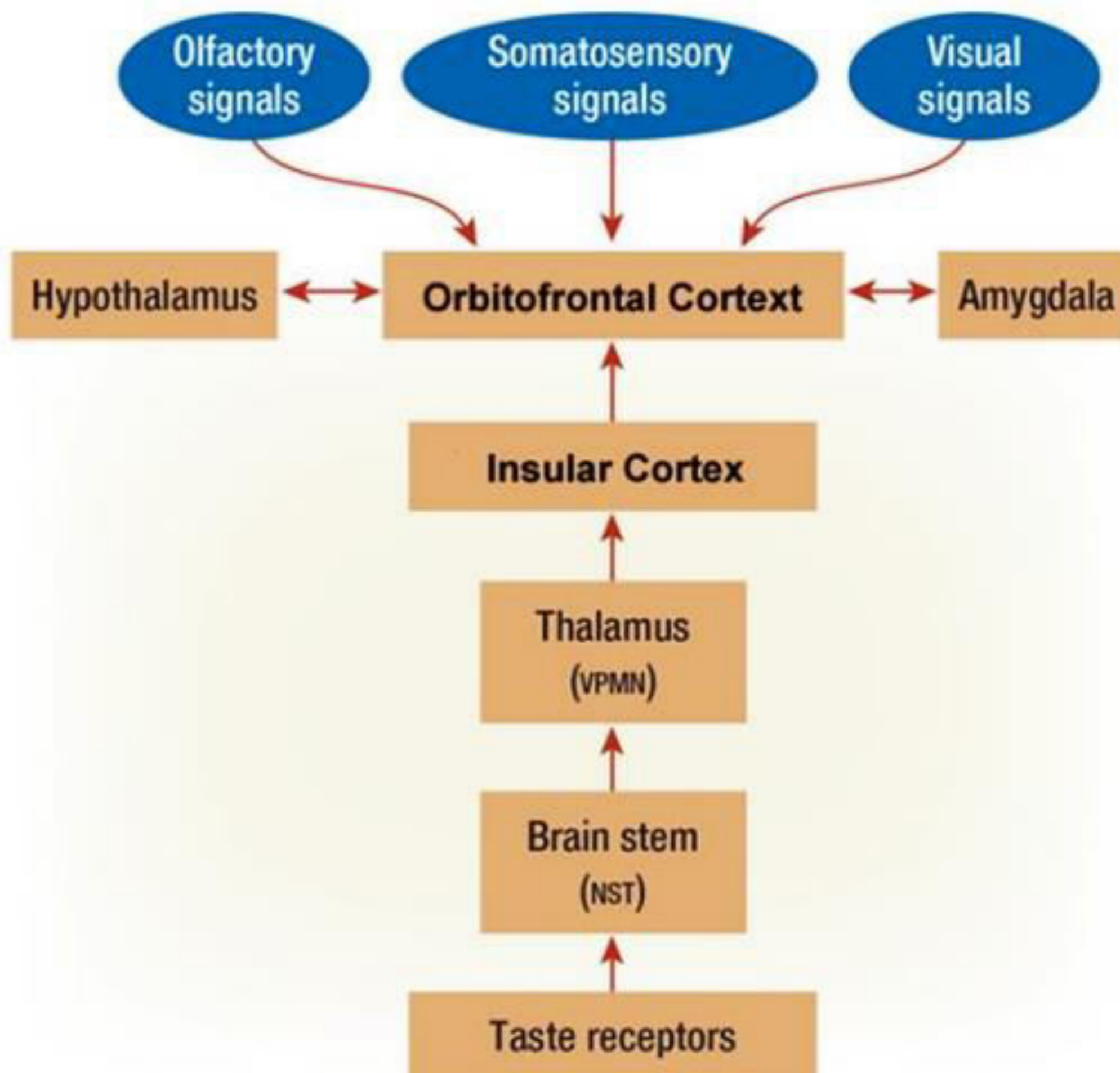
«Наша вкусовая система нужна для определения качества пищи. Она решает очень простой вопрос: съедобное — несъедобное....

Целостное вкусовое ощущение определяется не только вкусом. Оно складывается из вкуса, обоняния, кожной чувствительности — все эти составляющие формируют богатый образ, вызывающий у нас положительные или отрицательные эмоции». [\[ref\]](#)

Говорят, что наш вкусовые ощущения на 80% – это наши обонятельные ощущения. Если у человека насморк, то любая пища кажется ему пресной, безвкусной.

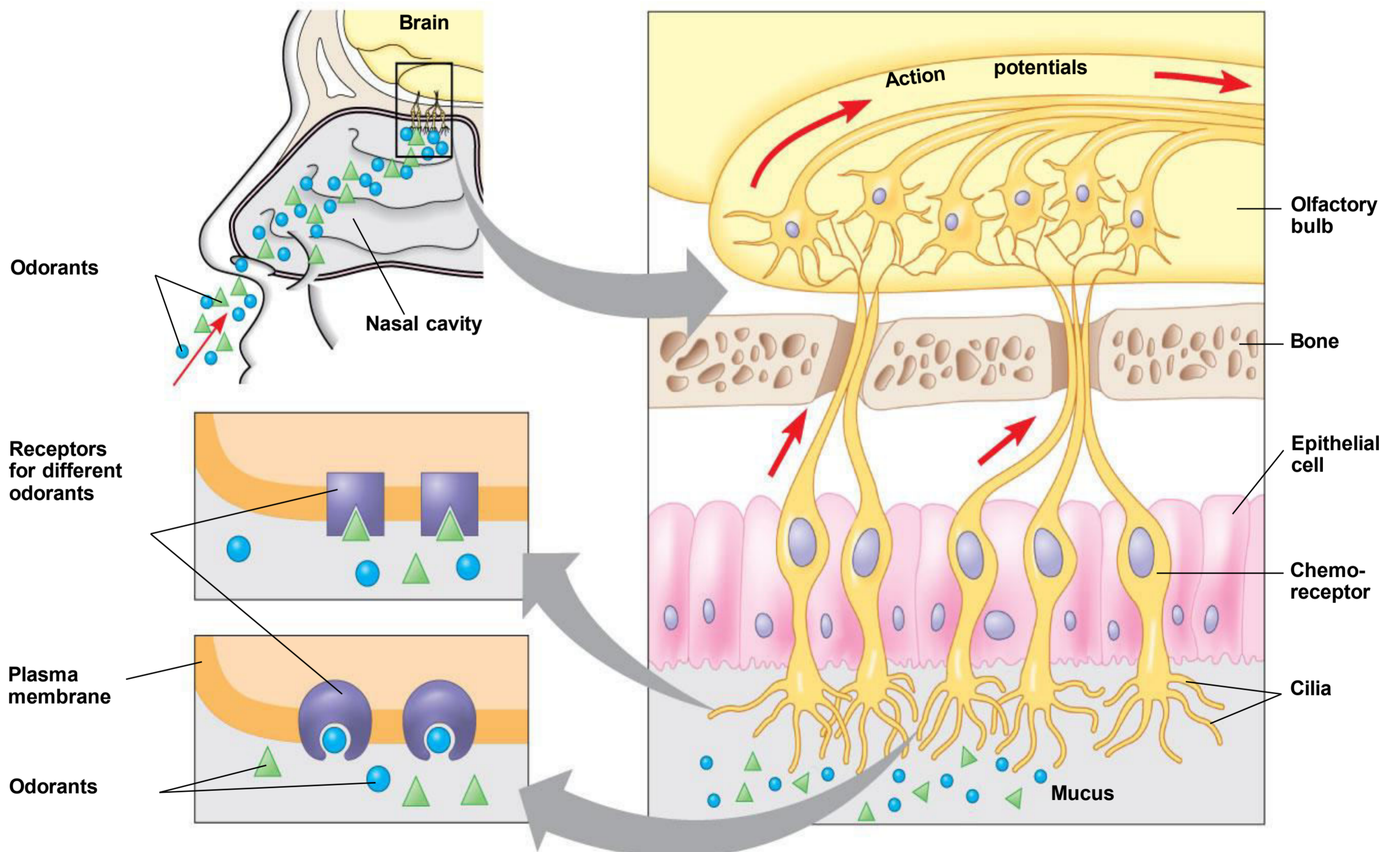
Вкусовые ощущения связаны и с эмоциями, – сладкая или белковая пища нам приятна, а горькая отвратительна.

Дополнительно, см. [лекцию В.Дубынина](#)



# Обонятельный анализатор

<https://postnauka.ru/video/83236>

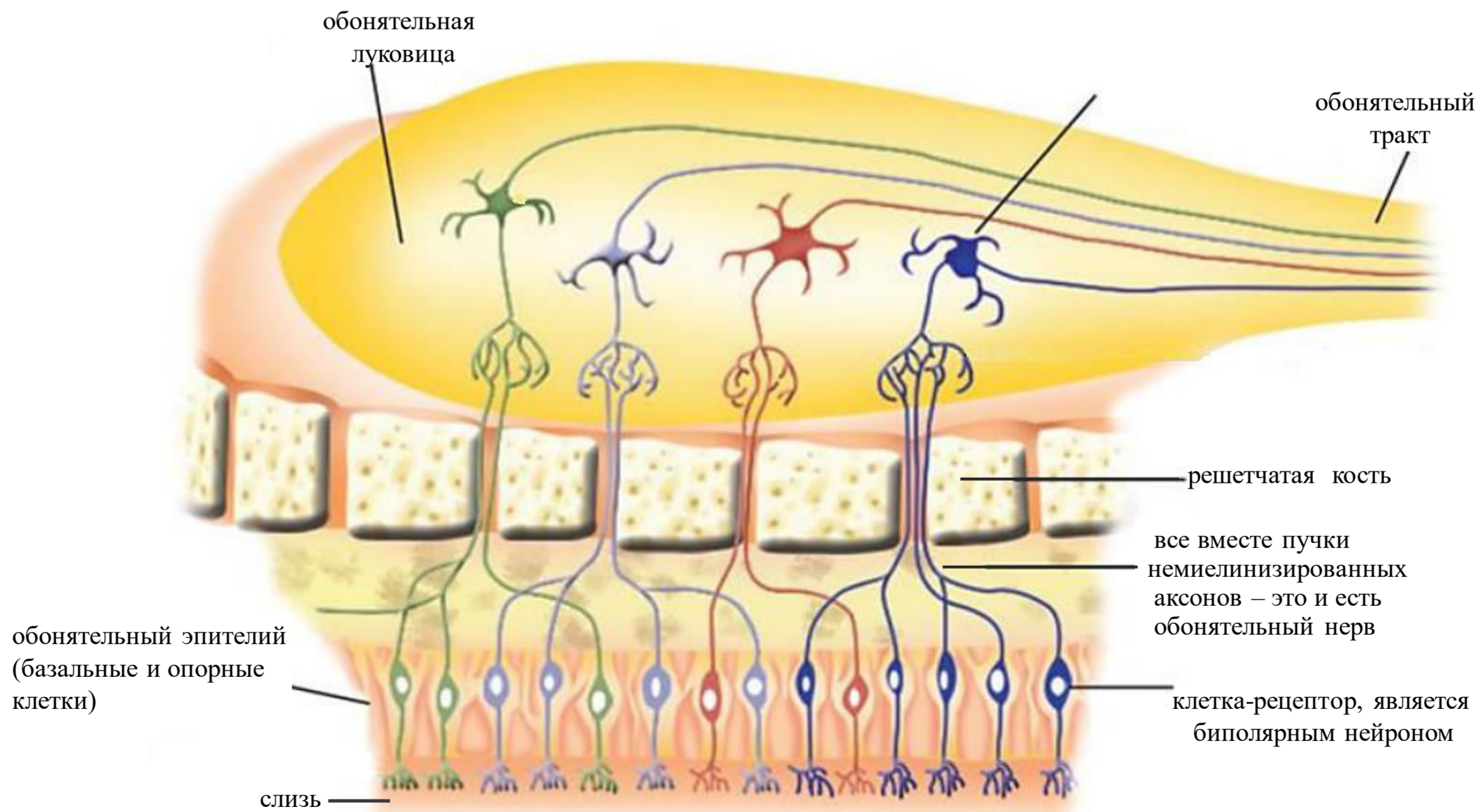
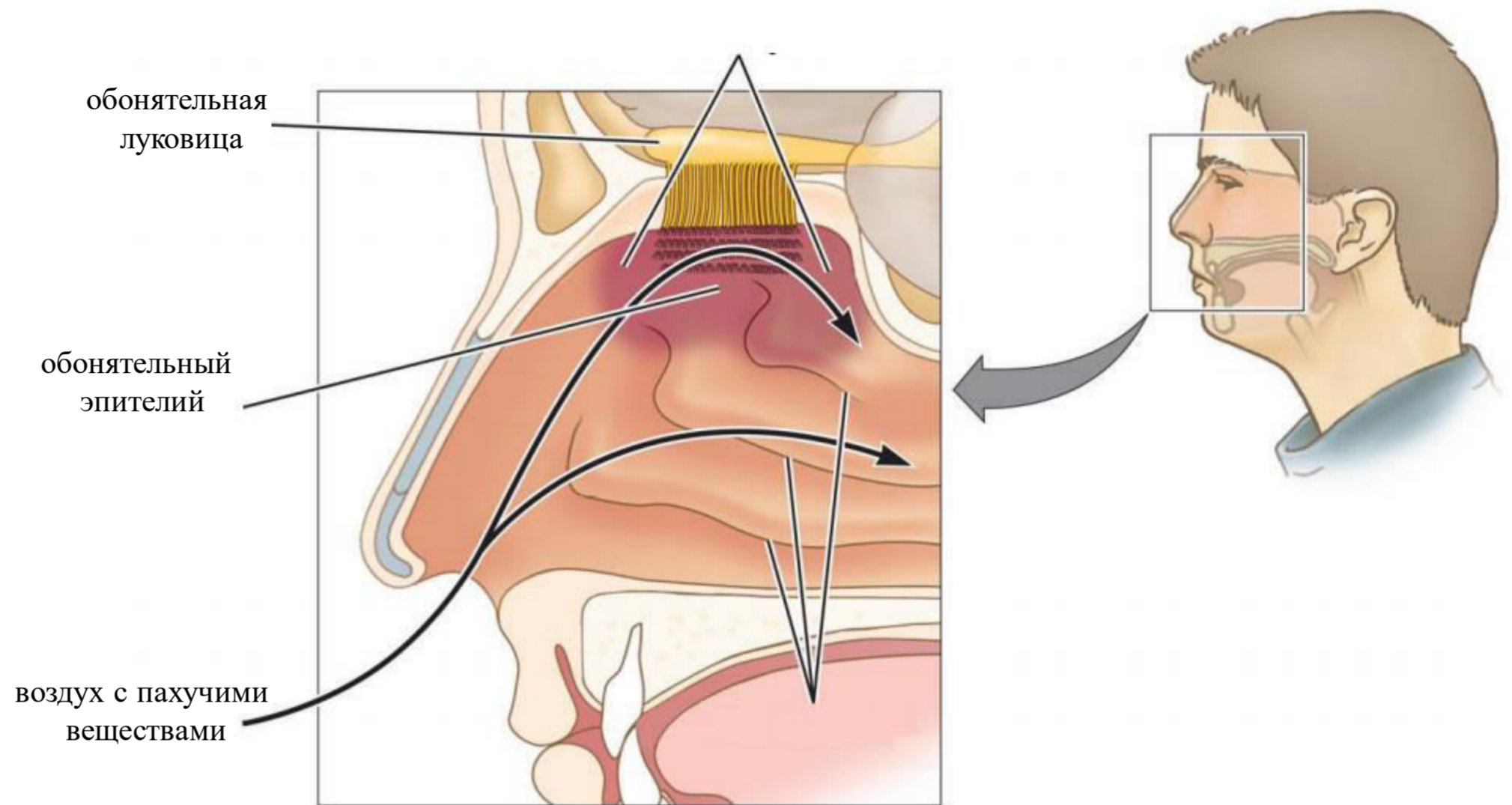




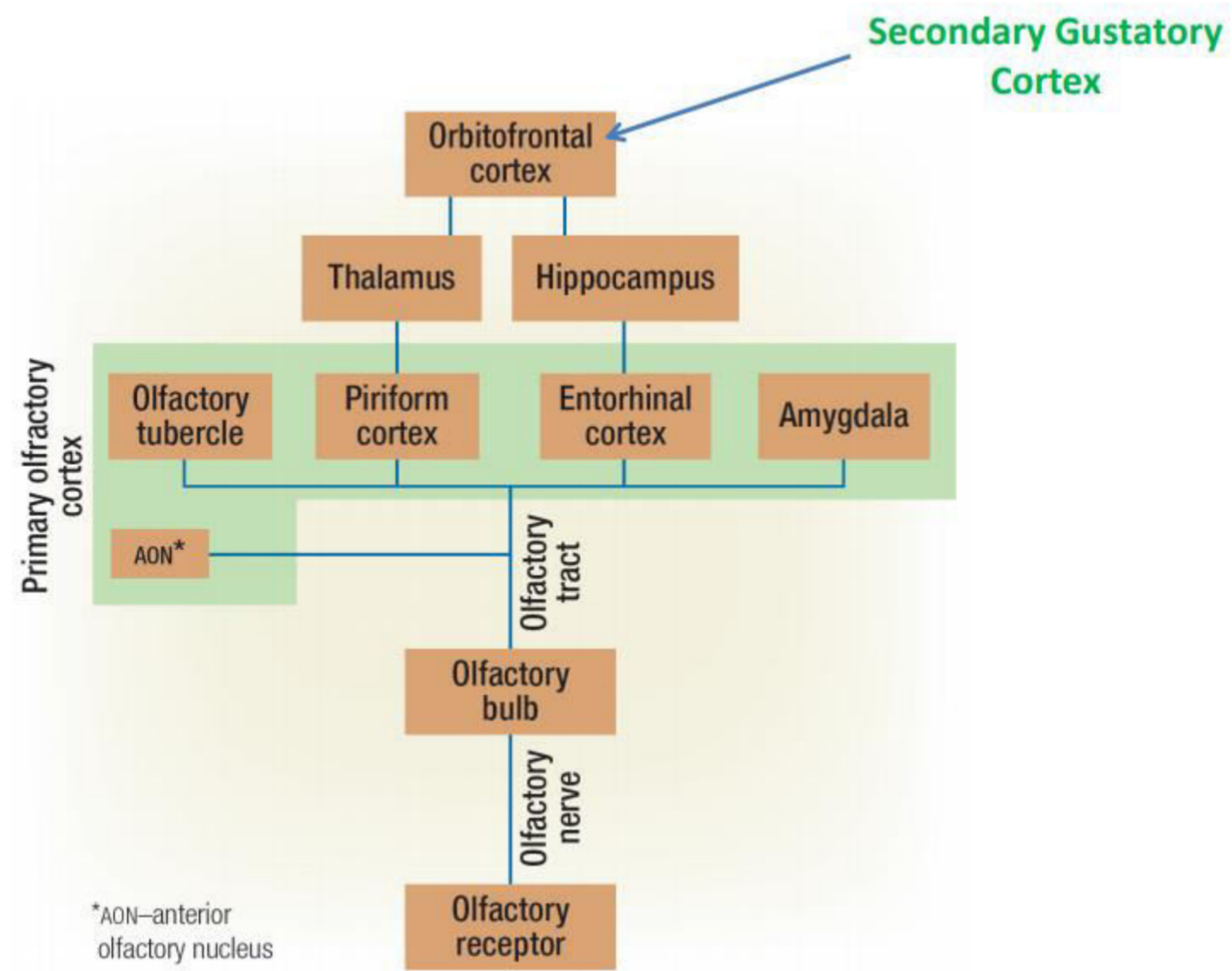
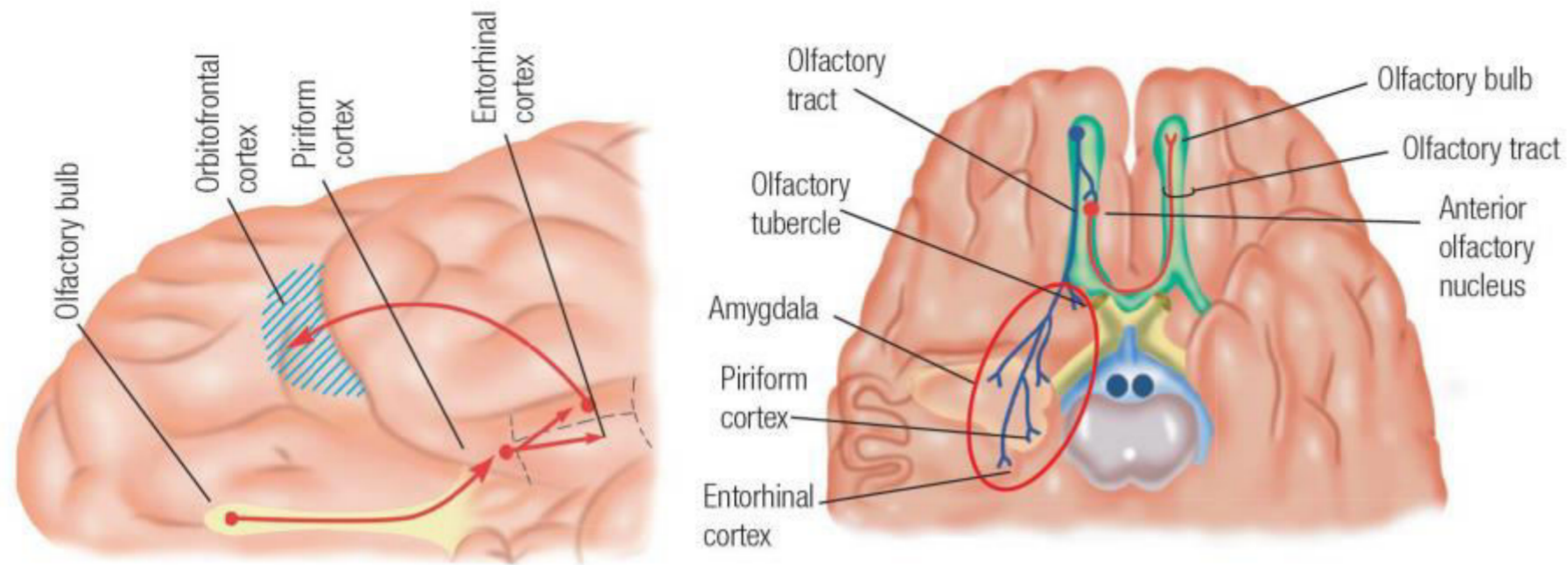
# Обонятельный анализатор

## Обоняние человека в числах

1. Площадь обонятельного эпителия – 5 см<sup>2</sup>
2. 6–10 млн рецепторов
3. Больше 10 000 запахов способен различать человек.
4. Обонятельные рецепторы живут около 3 месяцев, затем заменяются на новые
5. 5% нашей ДНК кодирует белки-рецепторы, Из них в рабочем состоянии 400.

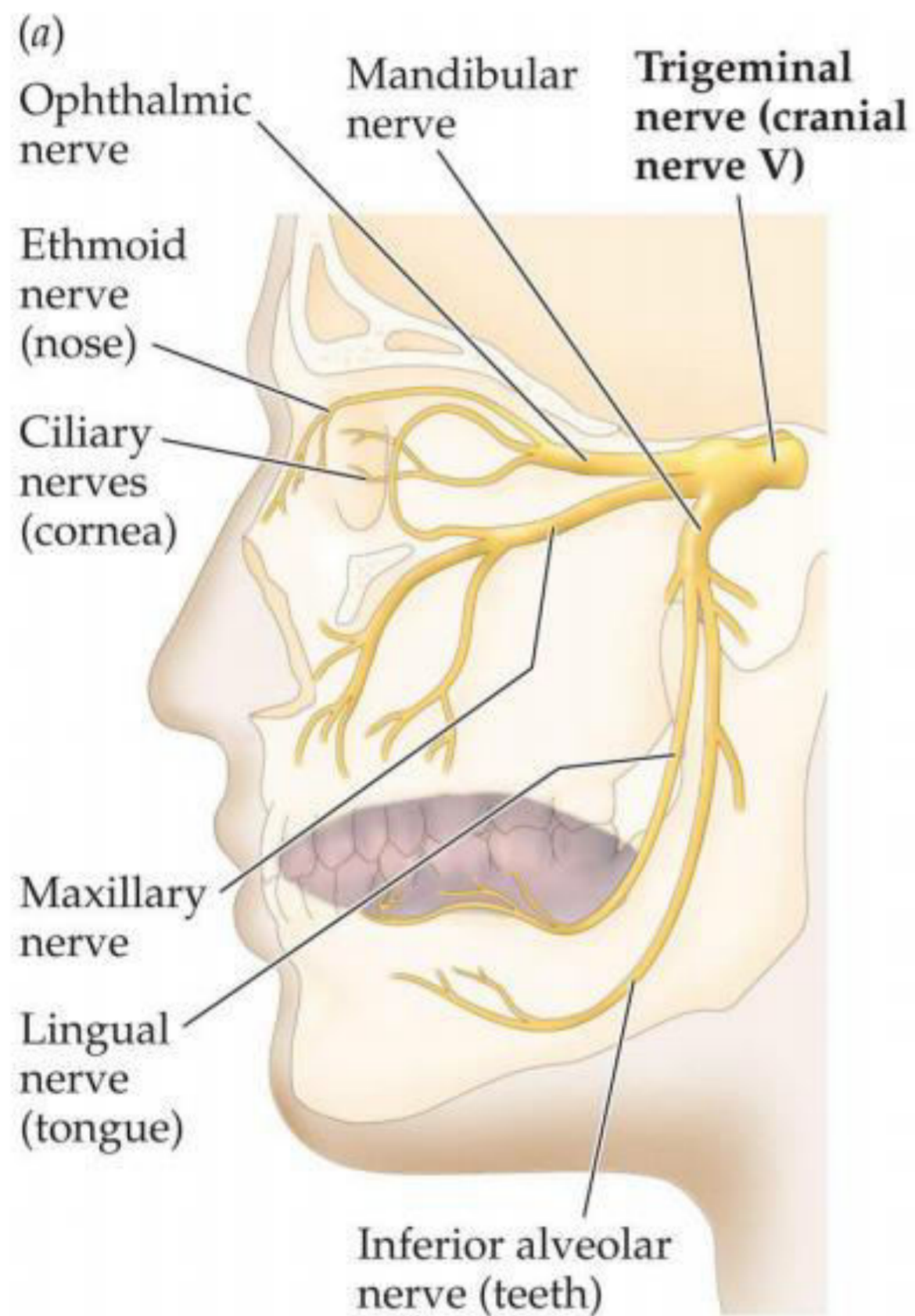


# Обонятельный анализатор, дополнительно



# Некоторые вещества вызывают возбуждение нервных окончаний тройничного нерва

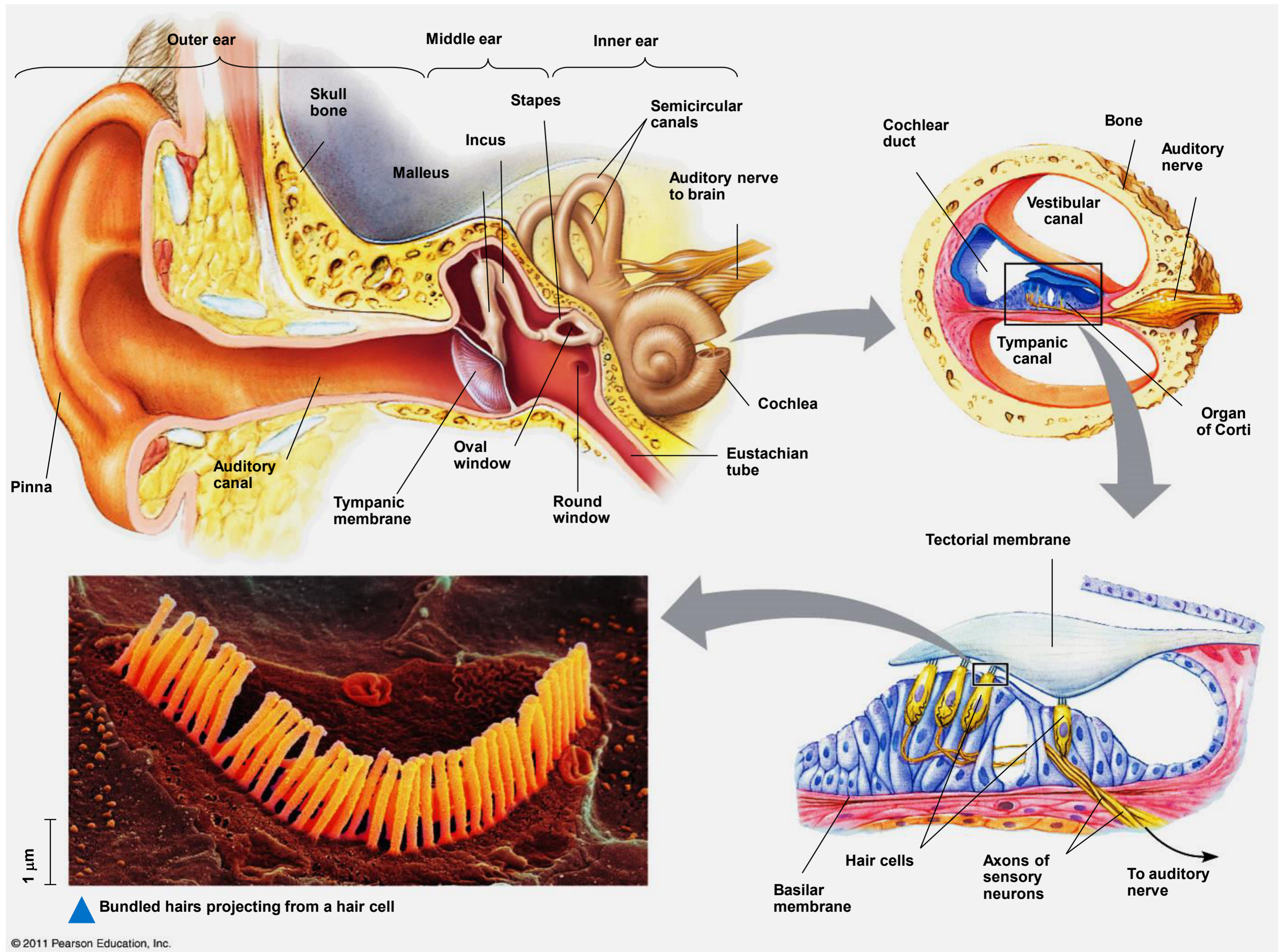
<http://apps.usd.edu/coglab/schieber/psyc301/pdf/ChemicalSenses3.pdf>



Onions -> tears  
Pepper -> sneeze  
Smelling salts:  
arousal

# Слуховой анализатор

## Строение уха человека

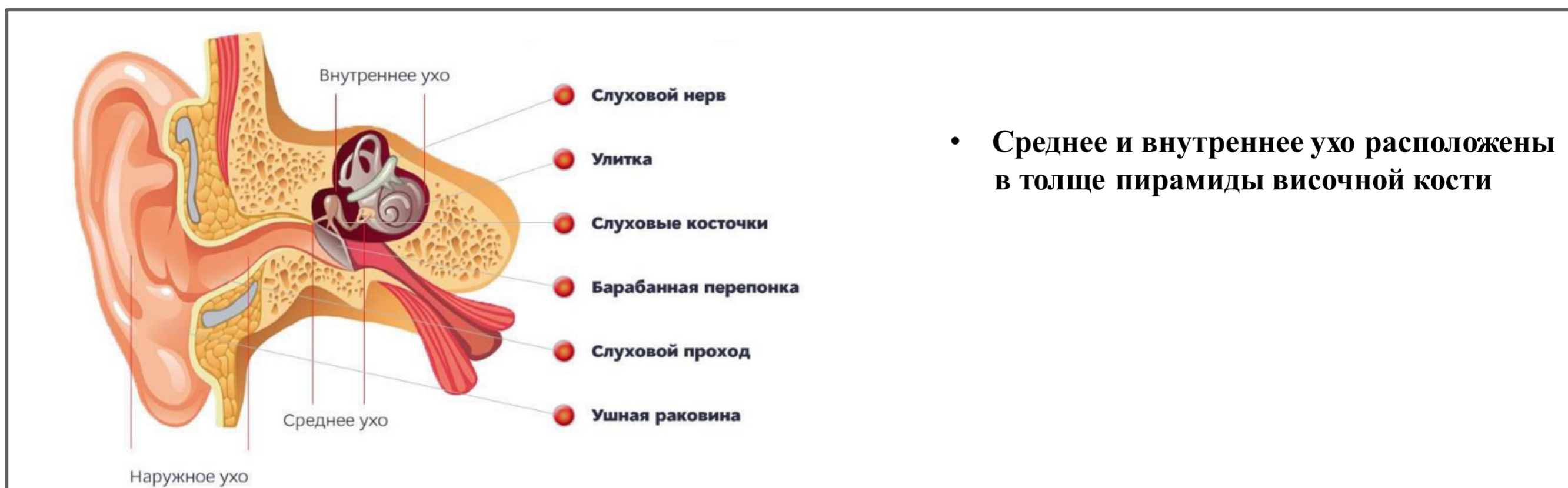


# Слуховой анализатор. Орган слуха

Части уха	Строение	Функции
Наружное ухо	Ушная раковина, слуховой канал, барабанная перепонка - туго натянутая сухожильная перегородка	Защищает ухо, улавливает и проводит звуки. Колебания звуковых волн вызывают вибрацию барабанной перепонки, которая передается в среднее ухо
Среднее ухо	Полость заполнена воздухом. Слуховые косточки: молоточек, наковальня, стремечко. Евстахиева труба	Проводит звуковые колебания. Слуховые косточки (масса 0,05 г) последовательно и подвижно соединены. Молоточек примыкает к барабанной перепонке и воспринимает ее колебания, затем передает их на наковальню и стремечко, которое соединено с внутренним ухом через овальное окно, затянутое эластичной пленкой (соединительной тканью). Евстахиева труба соединяет среднее ухо с носоглоткой, обеспечивает выравненное давление
Внутреннее ухо	Полость заполнена жидкостью. Орган слуха: овальное окно, улитка, кортиева орган	Овальное окно посредством эластичной мембраны воспринимает колебания, идущие от стремечка, и передает их через жидкость полости внутреннего уха на волокна улитки. Улитка имеет канал, закручивающийся на 2,75 оборота. Посередине канала улитки проходит перепончатая перегородка - основная мембрана, которая состоит из 24 тыс. волокон различной длины, натянутых как струны. Над ними нависают цилиндрические клетки с волосками, которые образуют кортиева орган - слуховой рецептор. Он воспринимает колебания волокон и передает возбуждение в слуховую зону коры больших полушарий, где формируются звуковые сигналы (слова, музыка)
	Орган равновесия: три полукружных канала и отолитовый аппарат	Органы равновесия воспринимают положение тела в пространстве. Передают возбуждения в продолговатый мозг, после чего возникают рефлекторные движения, приводящие тело в нормальное положение

# Строение внутреннего уха

Внутреннее ухо состоит из преддверия, трех полукружных каналов (протоков) и улитки



- Среднее и внутреннее ухо расположены в толще пирамиды височной кости

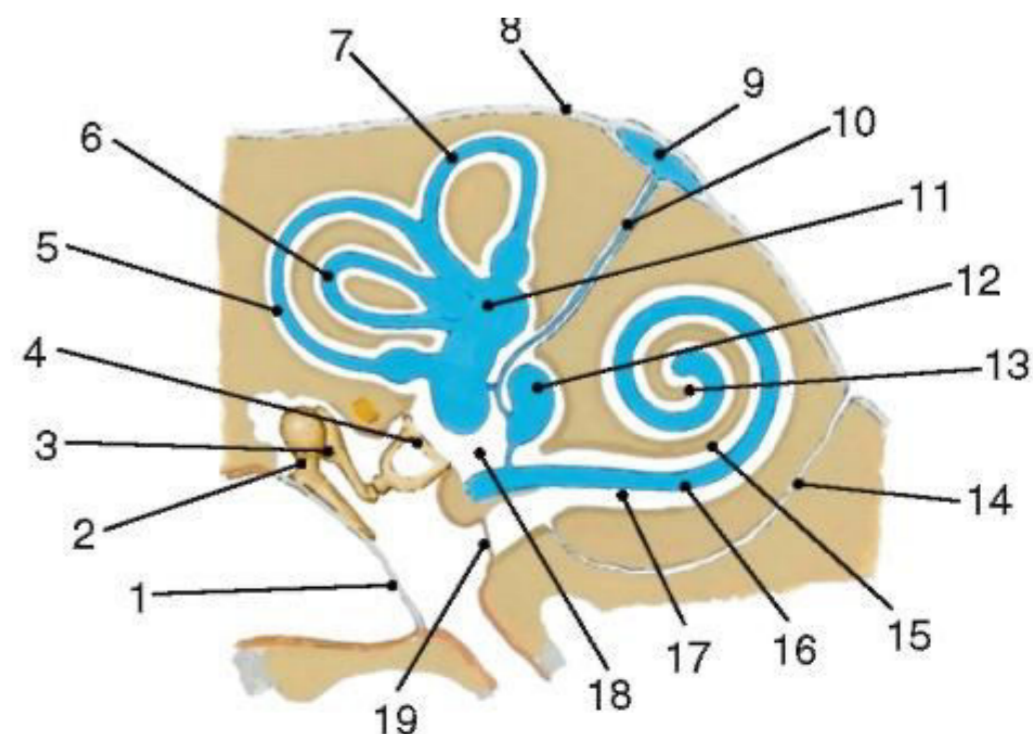
- Костная улитка на разрезе имеет вид уплощённого конуса с шириной основания около 7-9 мм и высотой около 4-5 мм, длина спирального костного канала — около 32 мм



В костном лабиринте, изнутри выстланном надкостницей, залегает перепончатый лабиринт, повторяющий формы костного.

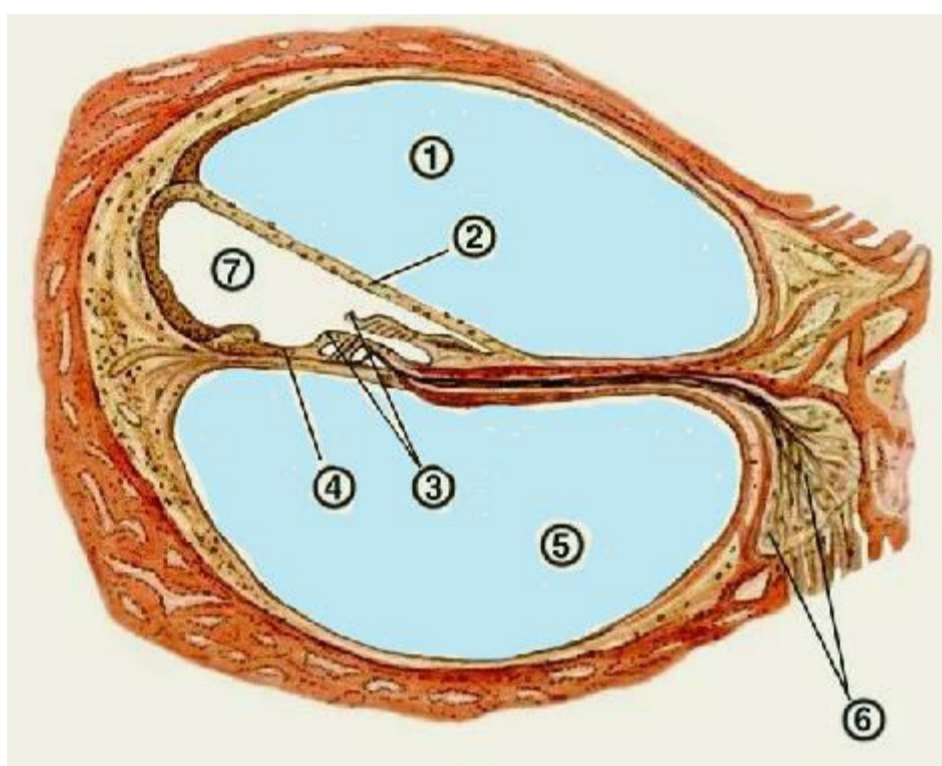
Стенки перепончатого лабиринта образуются соединительнотканной мембраной и эпителиальным слоем

Между костным и перепончатым лабиринтами имеется узкая щель, заполненная перилимфой, а полость перепончатого лабиринта заполнена эндолимфой..



Костный и перепончатый лабиринты:

1 - барабанная перепонка; 2 - молоточек; 3 - наковальня; 4 - стремя, вставленное в окно преддверия; 5, 6 и 7 - задний, латеральный и передний полукружные протоки с ампулами в соответствующих полукружных каналах; 8 - твердая мозговая оболочка; 9 - эндолимфатический мешок; 10 - эндолимфатический проток в водопроводе преддверия; 11 - эллиптический мешочек; 12 - сферический мешочек; 13 - геликотрема; 14 - каналец улитки; 15 - вестибулярная лестница; 16 - улитковый проток; 17 - барабанная лестница; 18 - полость преддверия; 19 - окно улитки, затянутое вторичной барабанной перепонкой;

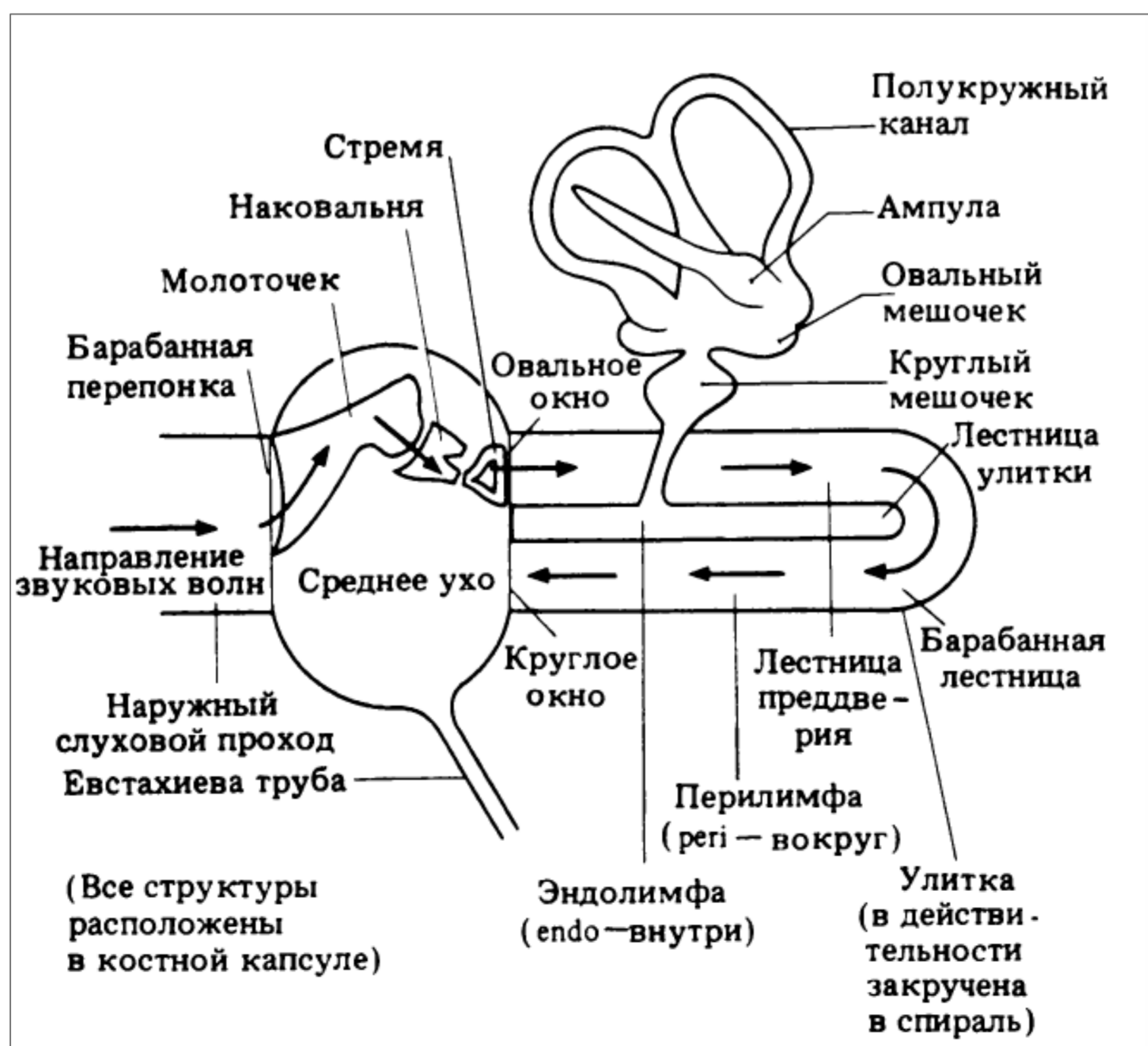


Перепончатая улитка представляет собой канал треугольной формы. У перепончатого канала улитки выделяют 3 стенки:

- 1) верхняя – преддверная или вестибулярная мембрана, смотрит в полость лестницы преддверия;
- 2) нижняя – основная мембрана, смотрит в полость барабанной лестницы, она является как бы продолжением костной спиральной пластинки;
- 3) наружная – прилегает к костной улитке (костному каналу).

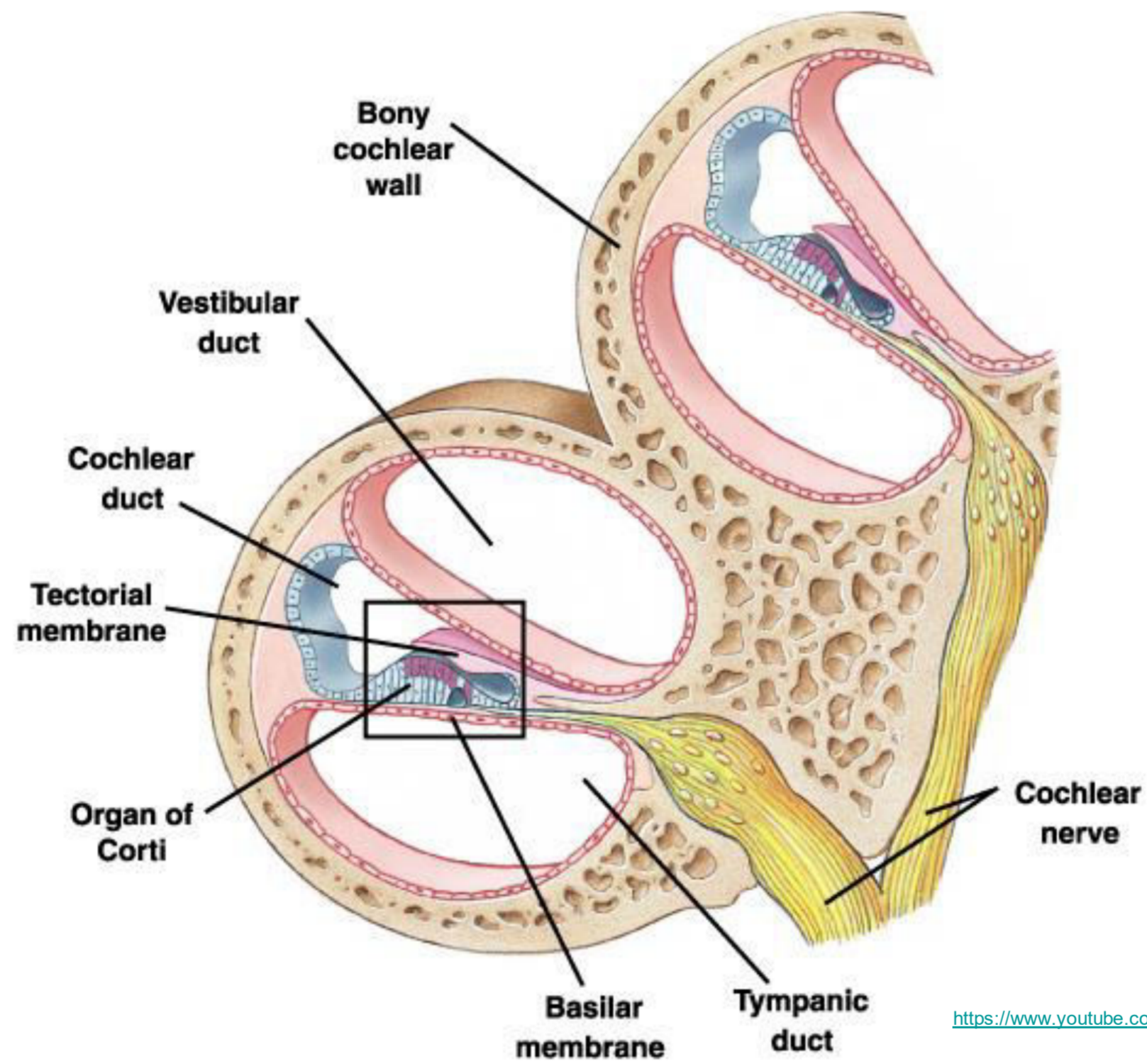
-Поперечный разрез улитки:

- 1 — лестница преддверия;
- 2 — преддверная мембрана (рейсснерова мембрана);
- 3 — спиральный (кортиев) орган;
- 4 — основная мембрана;
- 5 — барабанная лестница;
- 6 — спиральный узел;
- 7 — улитковый проток.



## Работа кортиева органа

The cochlear nerve transmits action potentials from the hair cells to the auditory cortex.

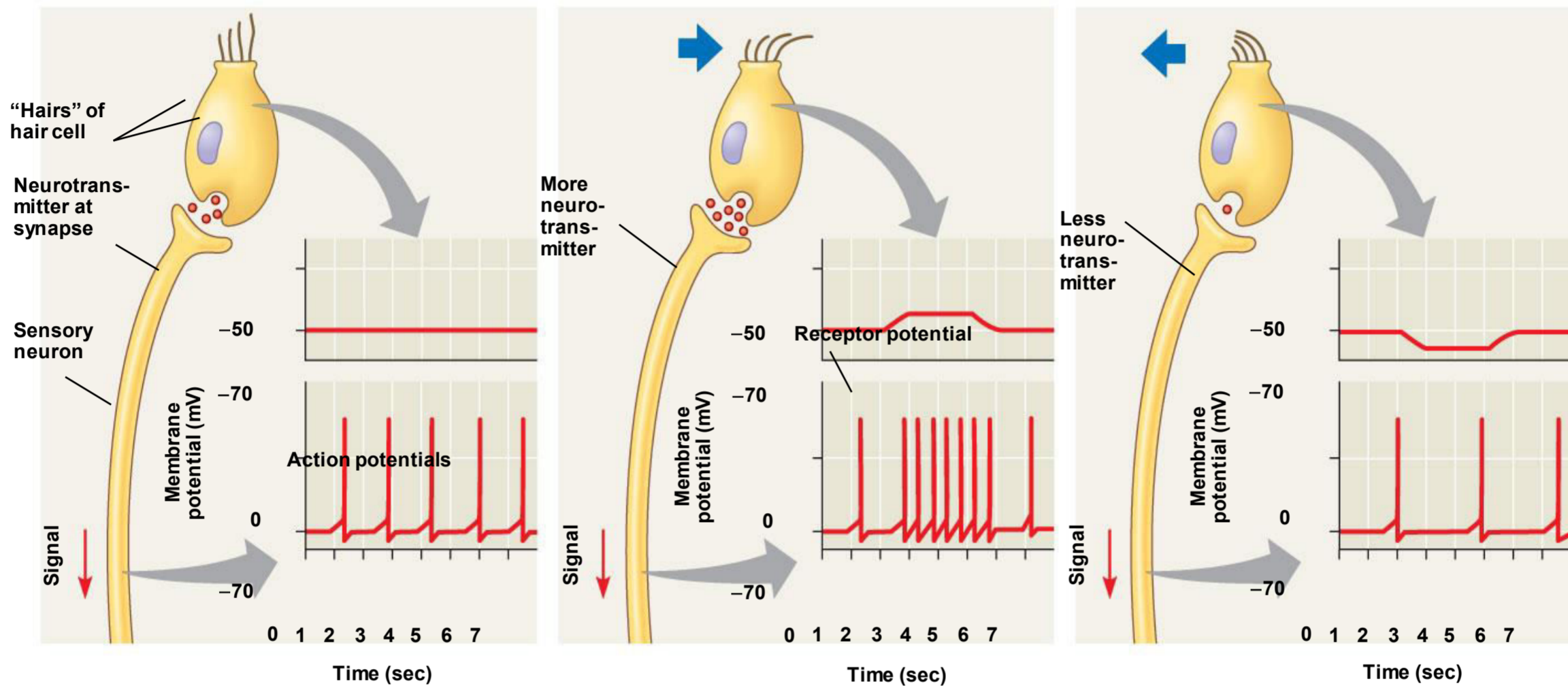


<https://www.youtube.com/watch?v=1JE8WduJKV4>



# Работа кортиева органа

## Как волосковые клетки (слуховые рецепторы) передают сигнал нейронам

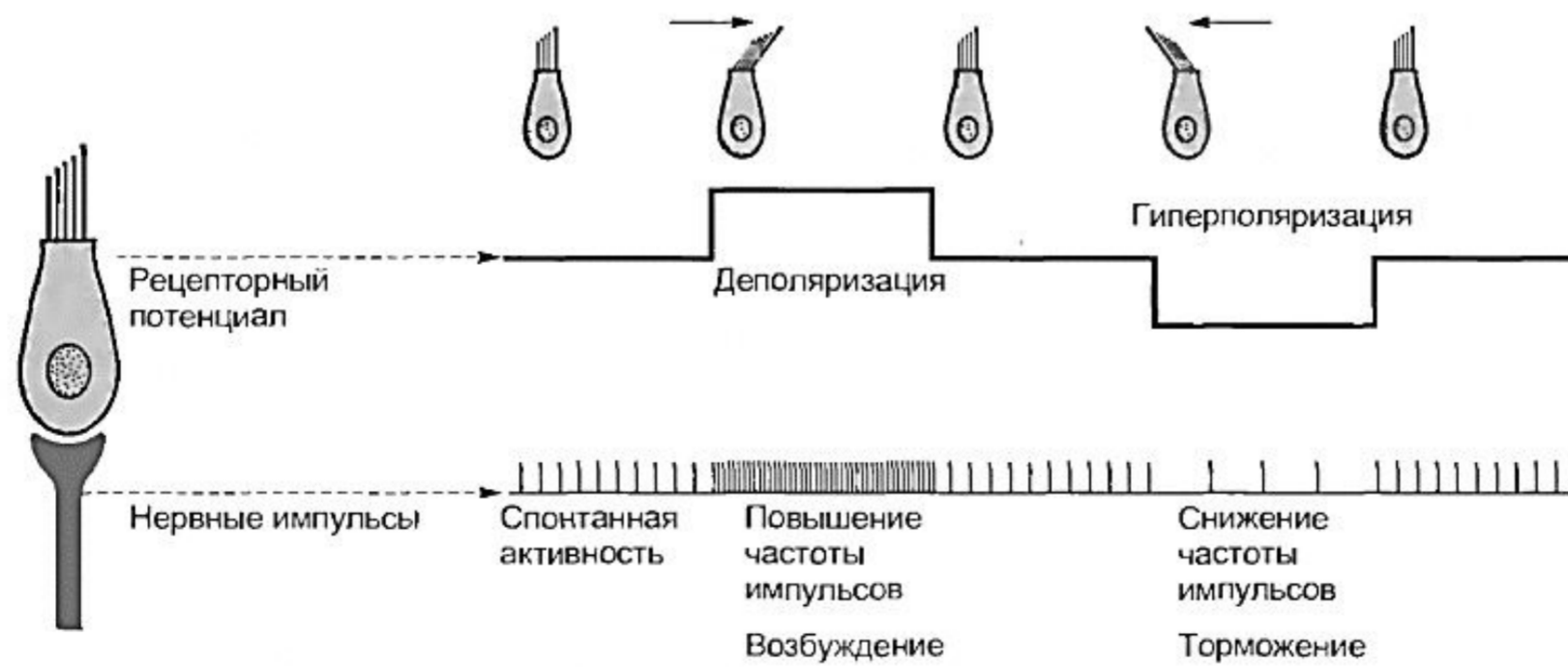


© 2011 Pearson Education, Inc.

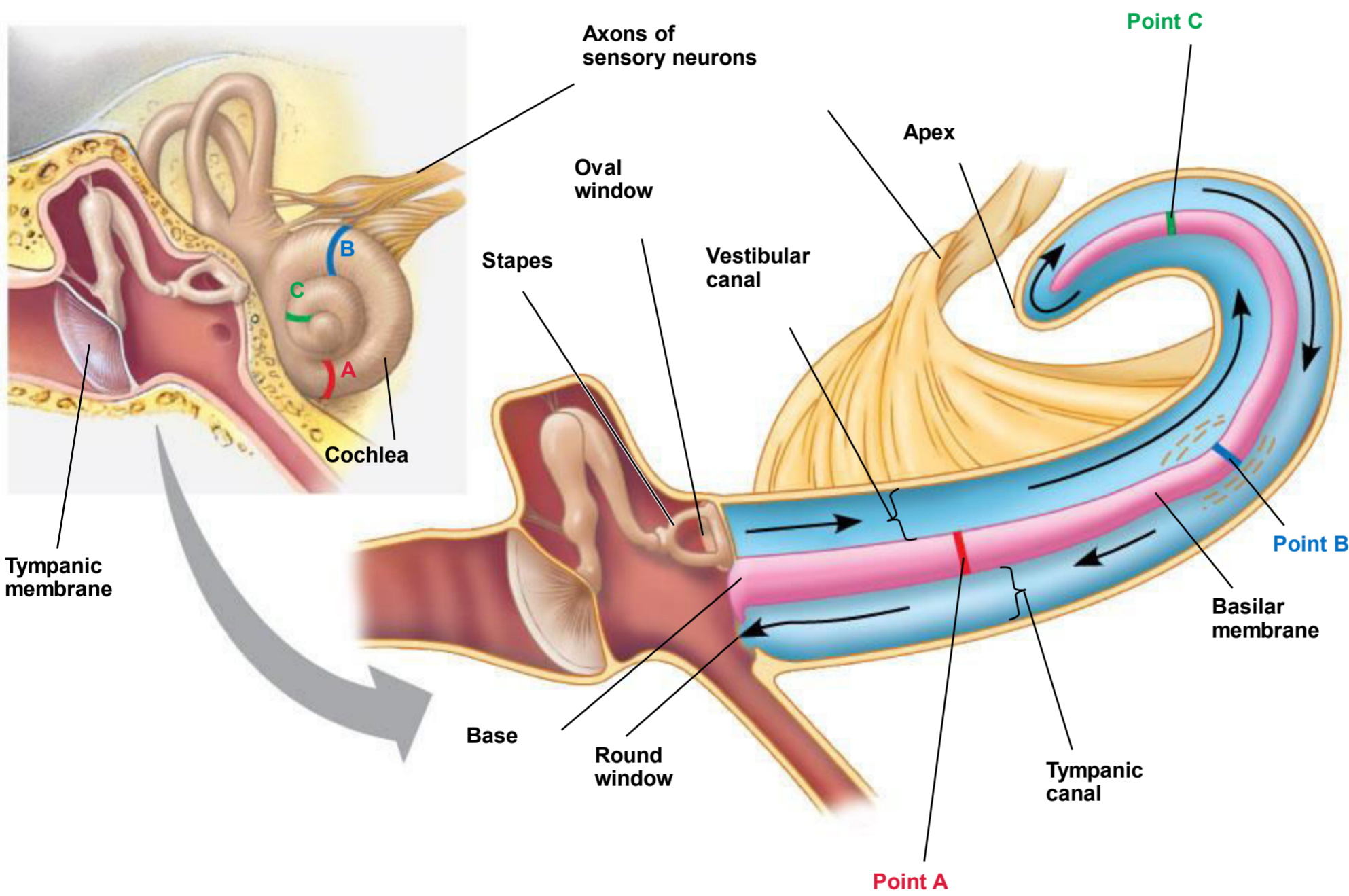
(a) No bending of hairs

(b) Bending of hairs in one direction

(c) Bending of hairs in the other direction

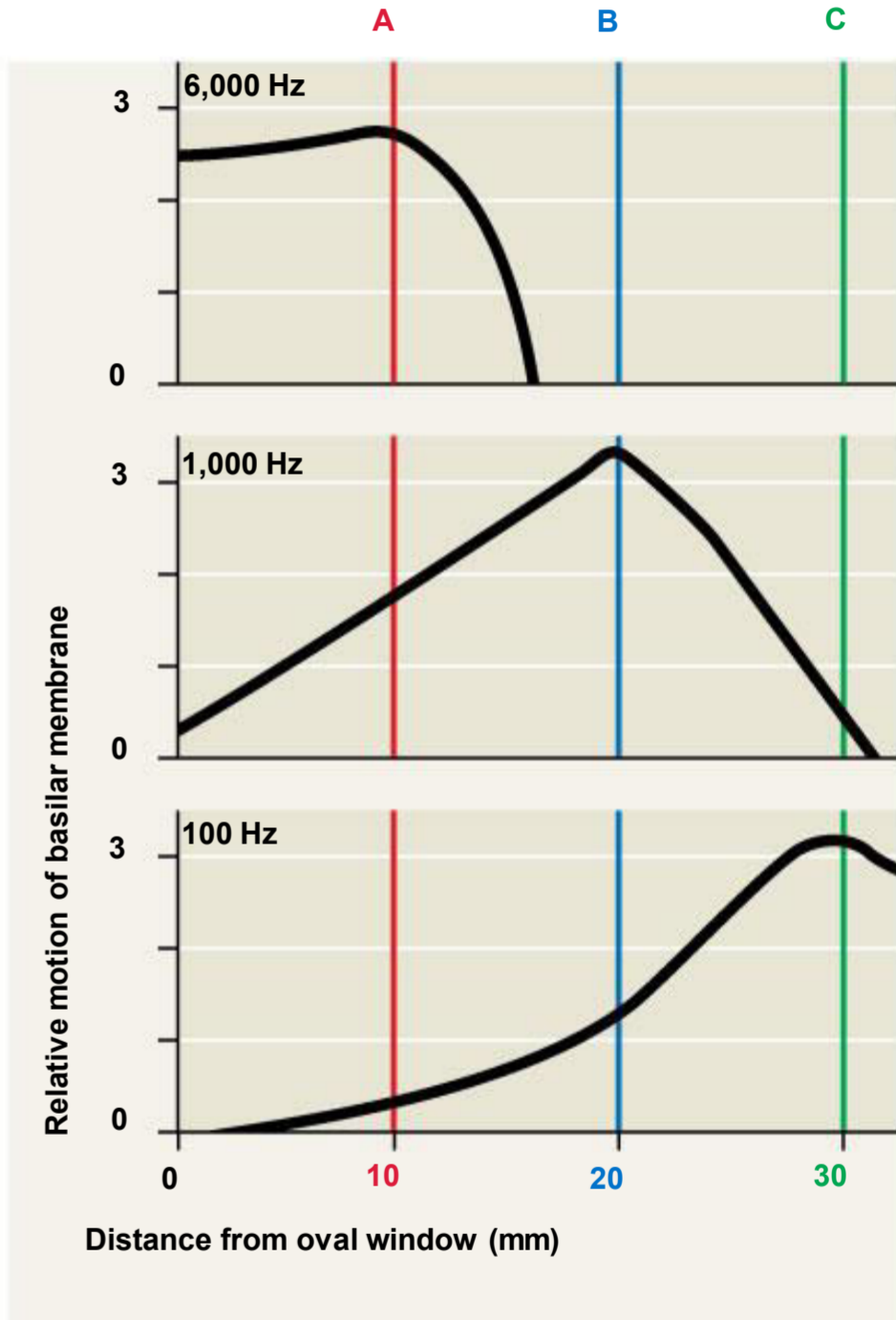


# Как мы чувствуем высоту звука?



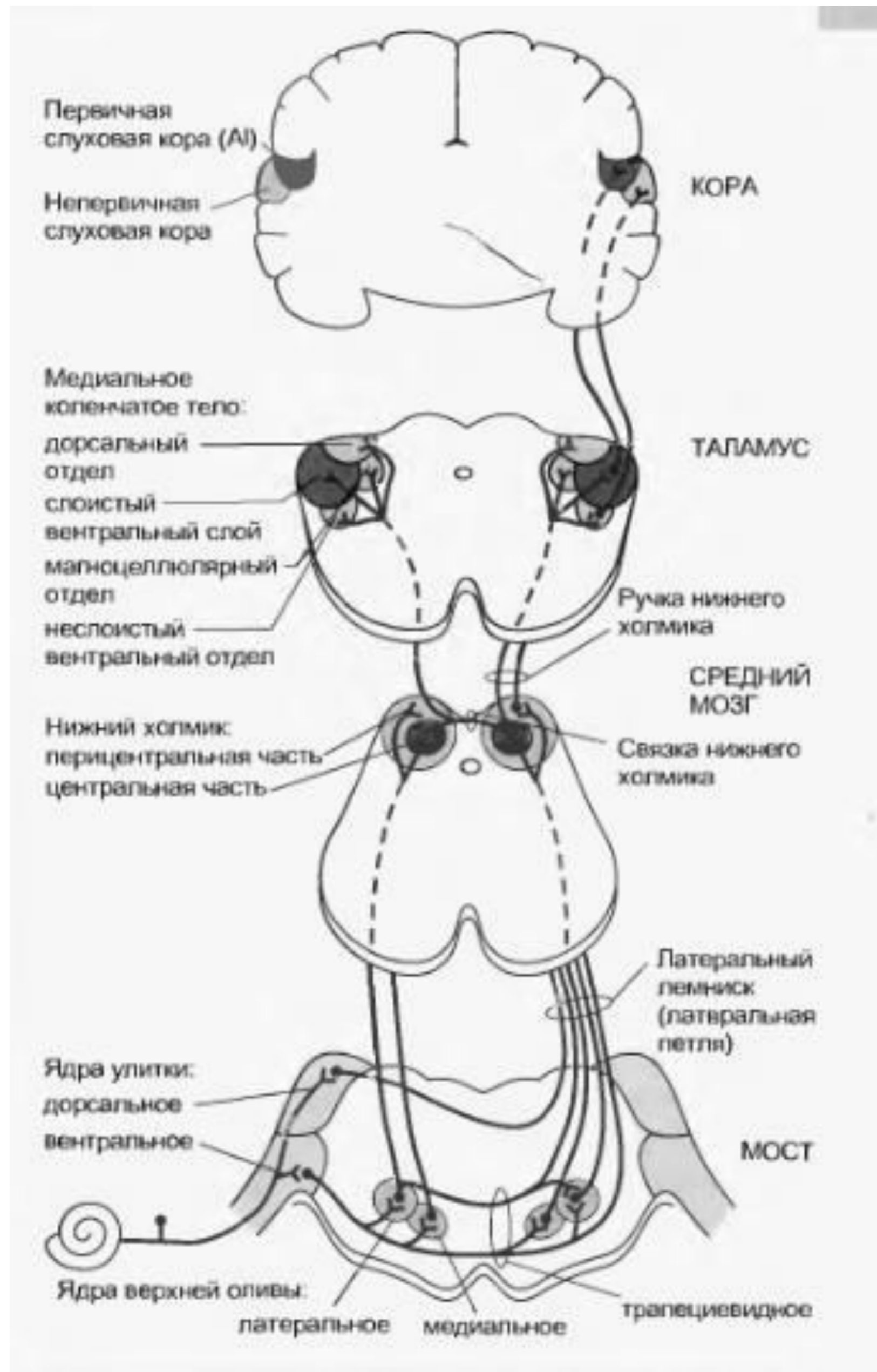
(a)

© 2011 Pearson Education, Inc.

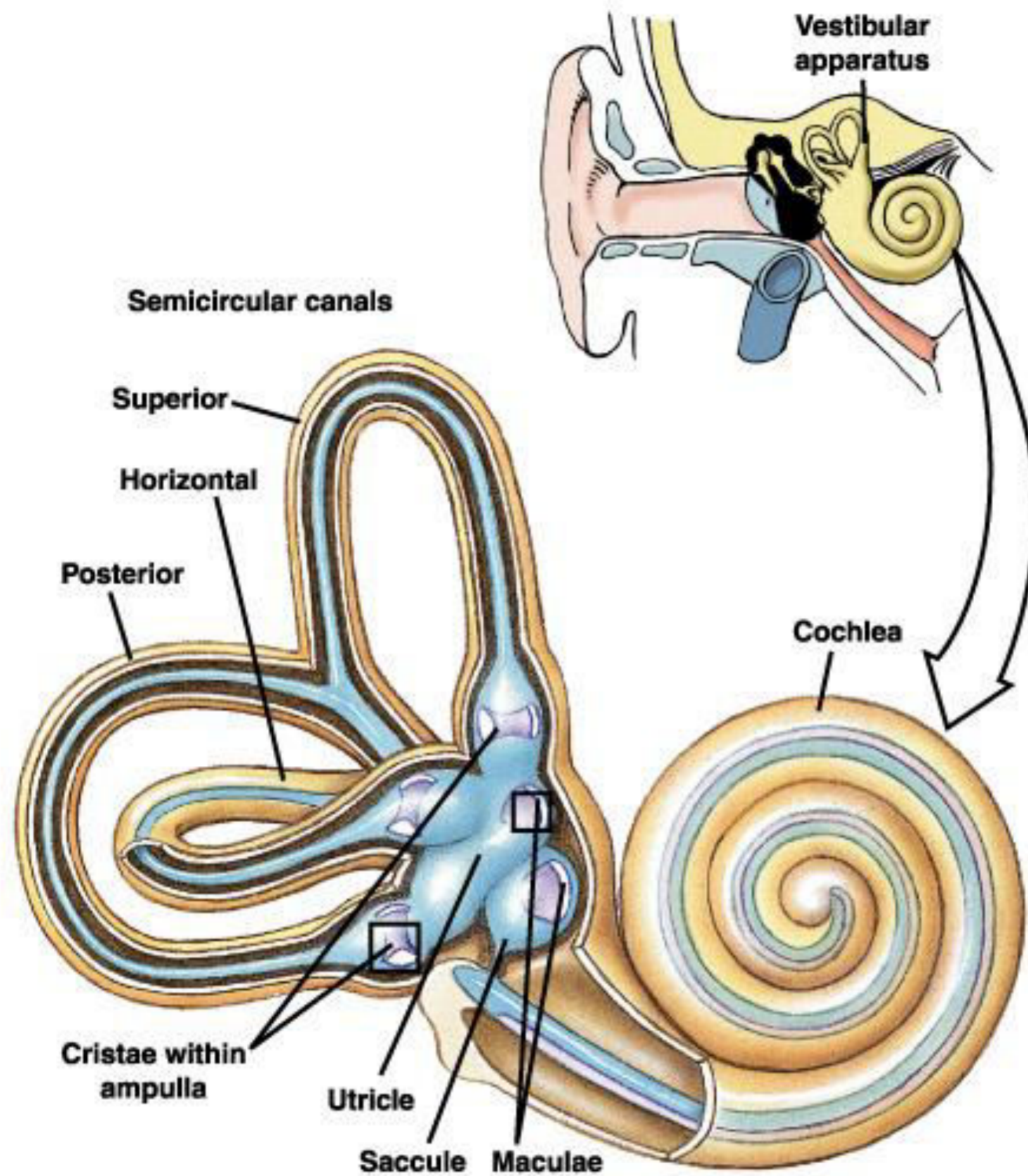


(b)

# Проводниковая и центральная части слухового анализатора

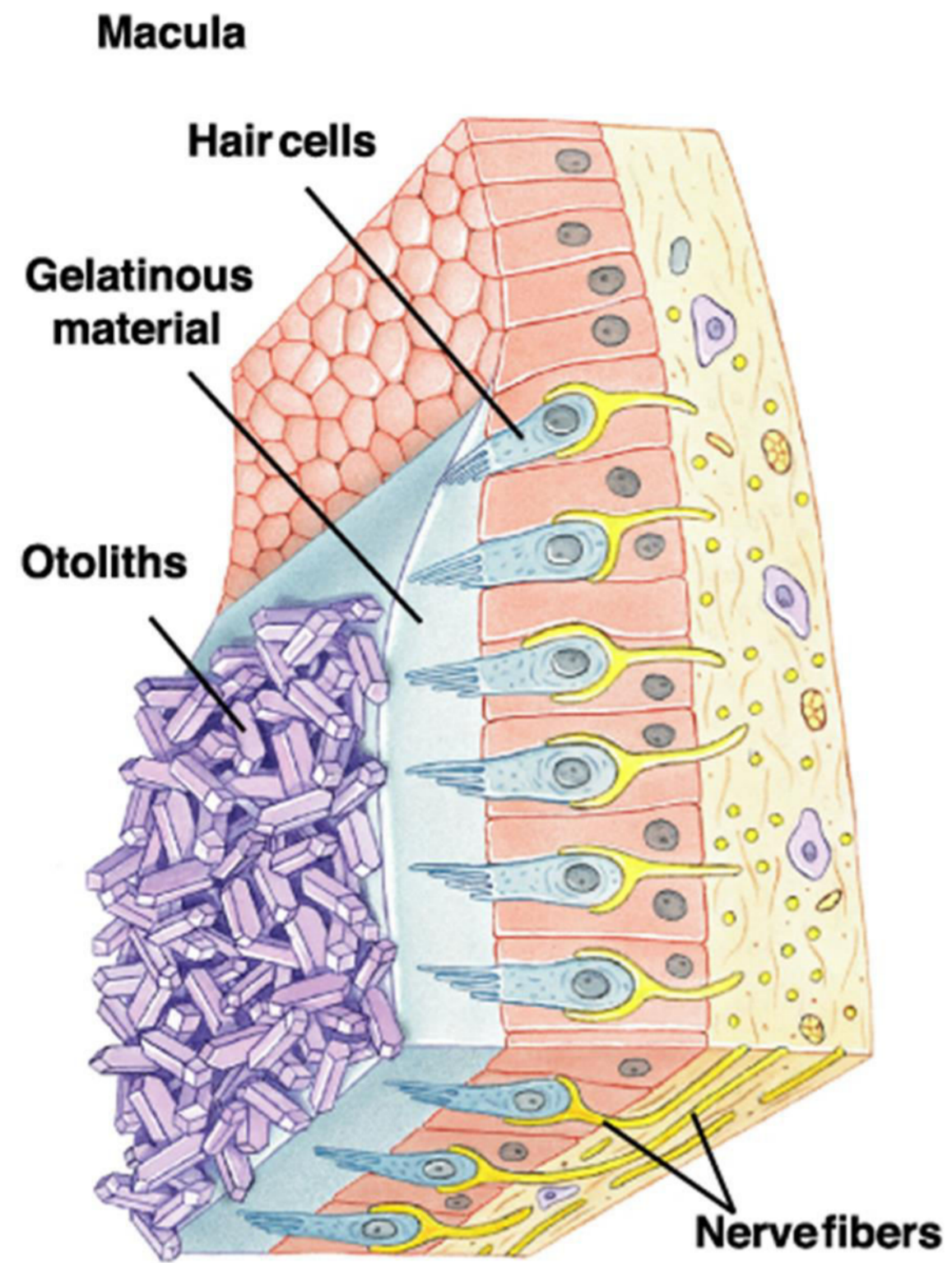


# Вестибулярный аппарат

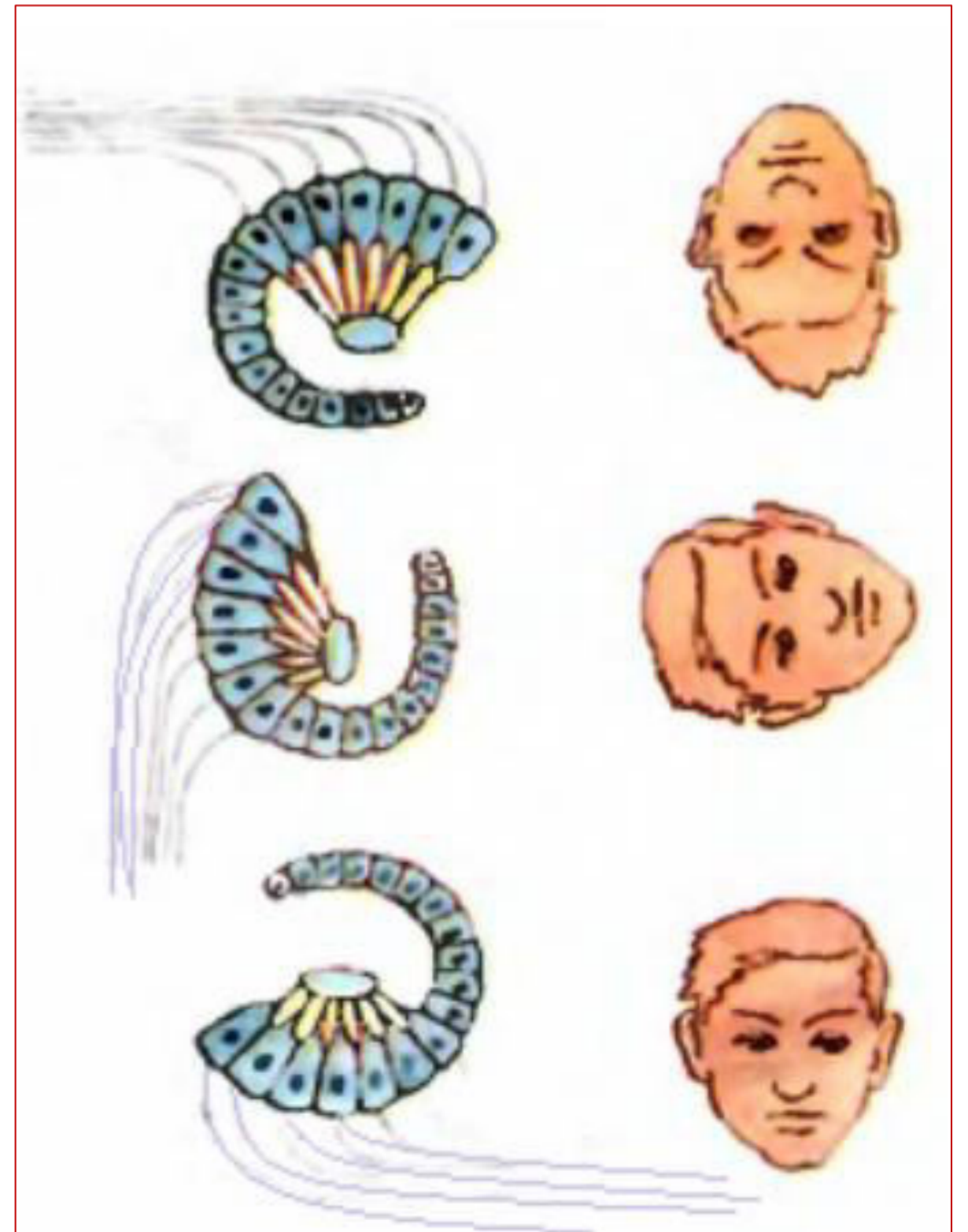


The vestibular apparatus of the inner ear responds to changes in the body's position in space. The cristae are sensory receptors for rotational acceleration. The maculae are sensory receptors for linear acceleration and head position.

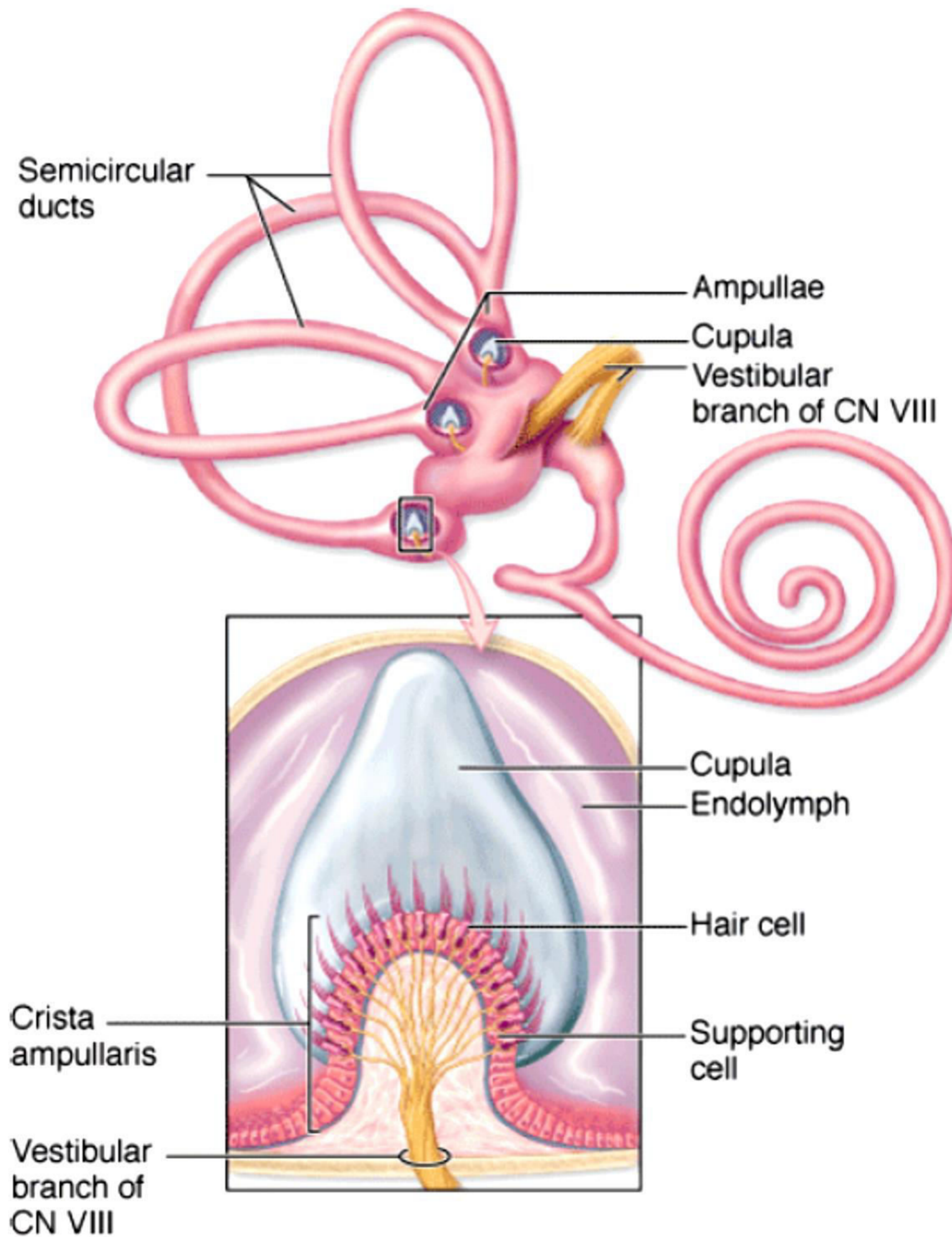
# Работа мешочков



The otoliths are crystals that move in response to gravitational forces.

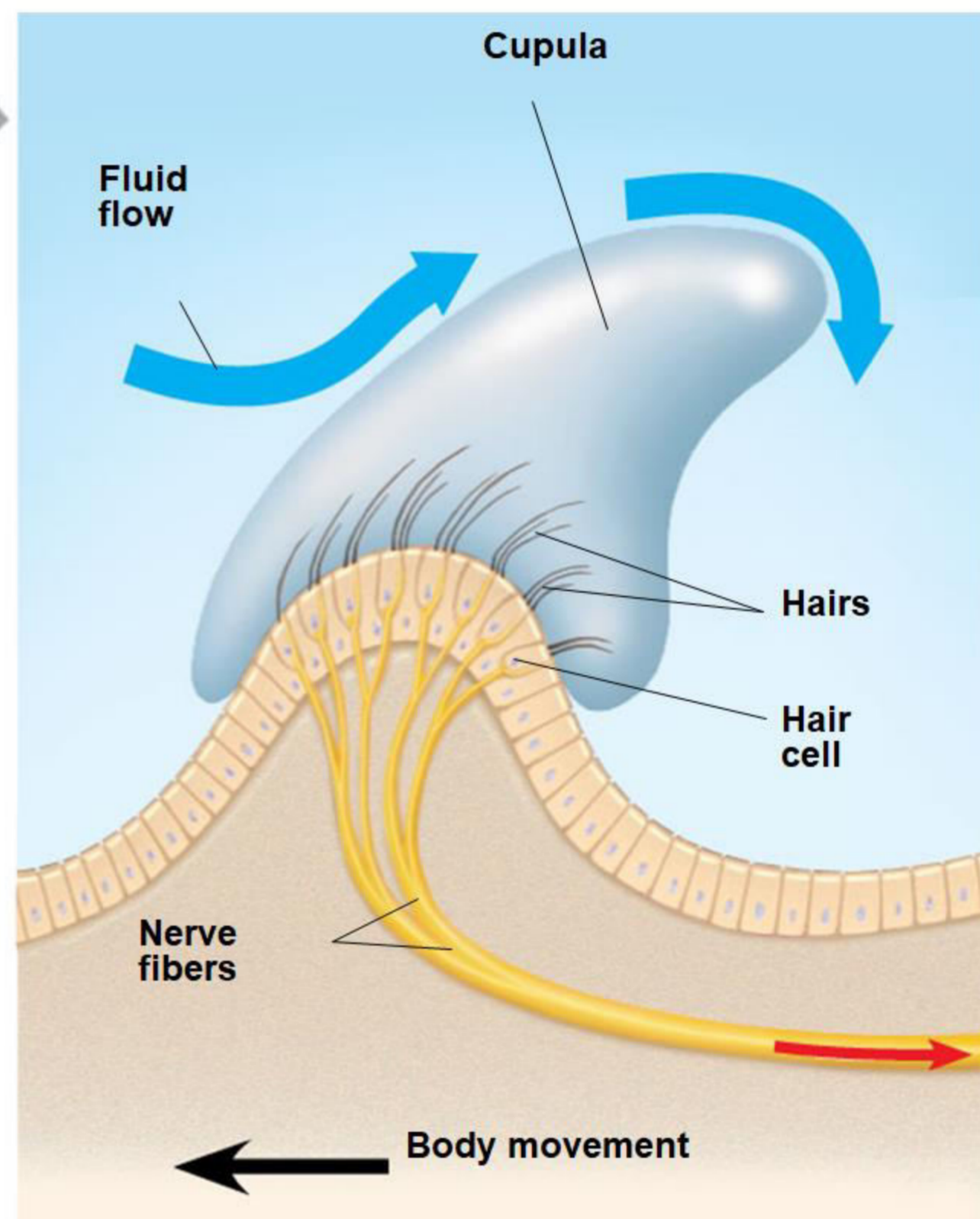
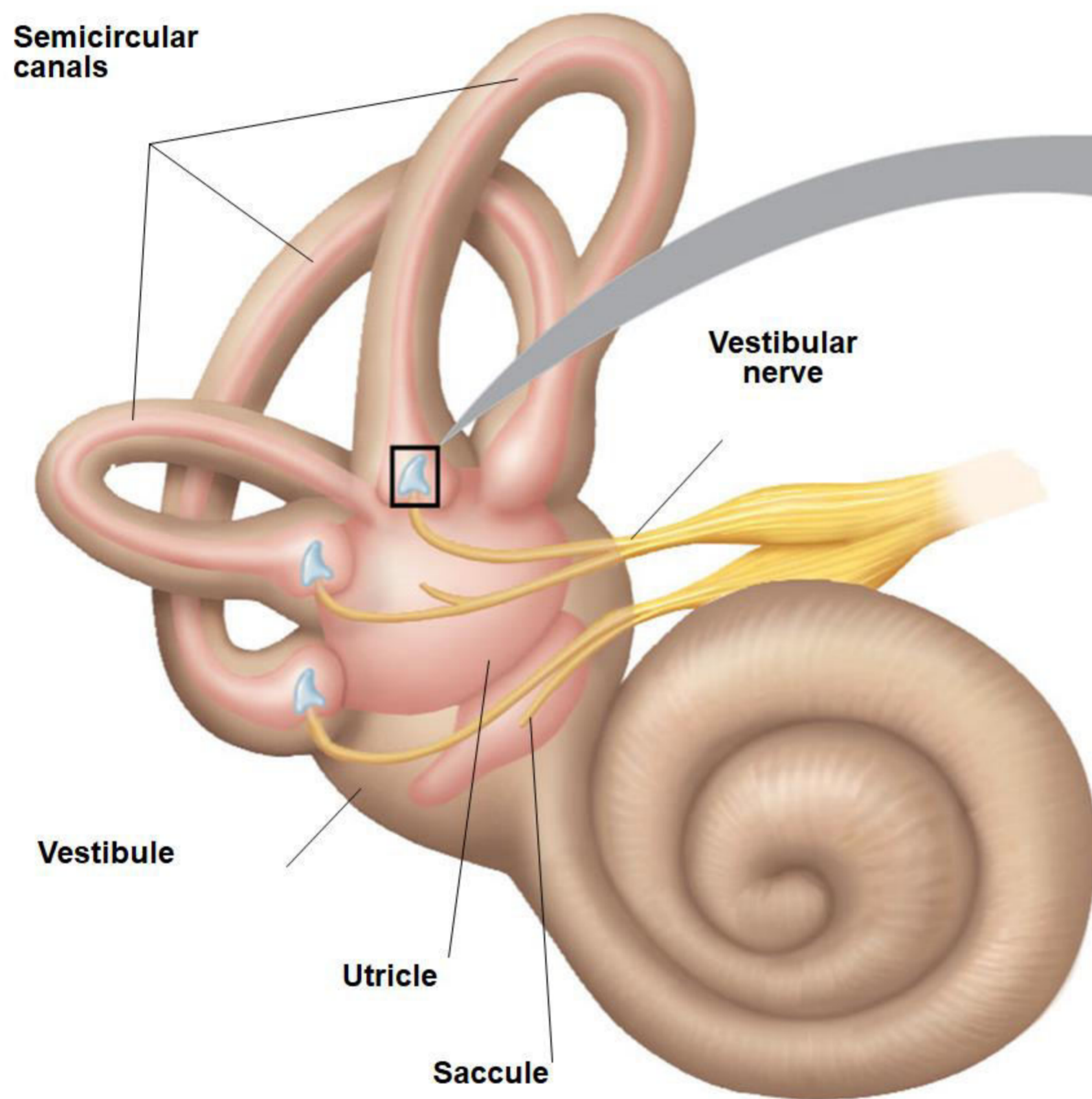


# Работа полукружных каналов

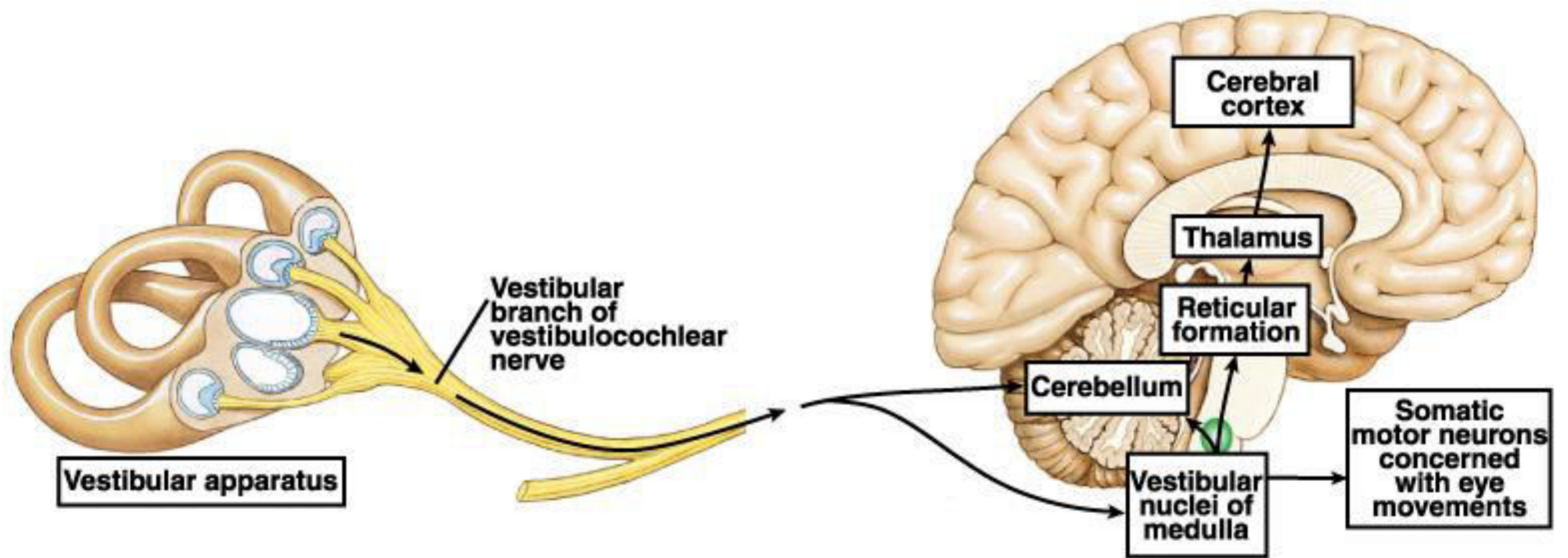


Each of the semicircular ducts has an expanded end called the ampulla. The wall of each ampulla is raised as a ridge called the crista ampullaris, a section of which is shown here diagrammatically. Hair cells of the crista epithelium resemble the two types found in the maculae, with hair bundles projecting into a dome-shape overlying layer of proteoglycan called the cupula. The cupula is attached to the wall opposite the crista and is moved by endolymph movement within the semicircular duct.

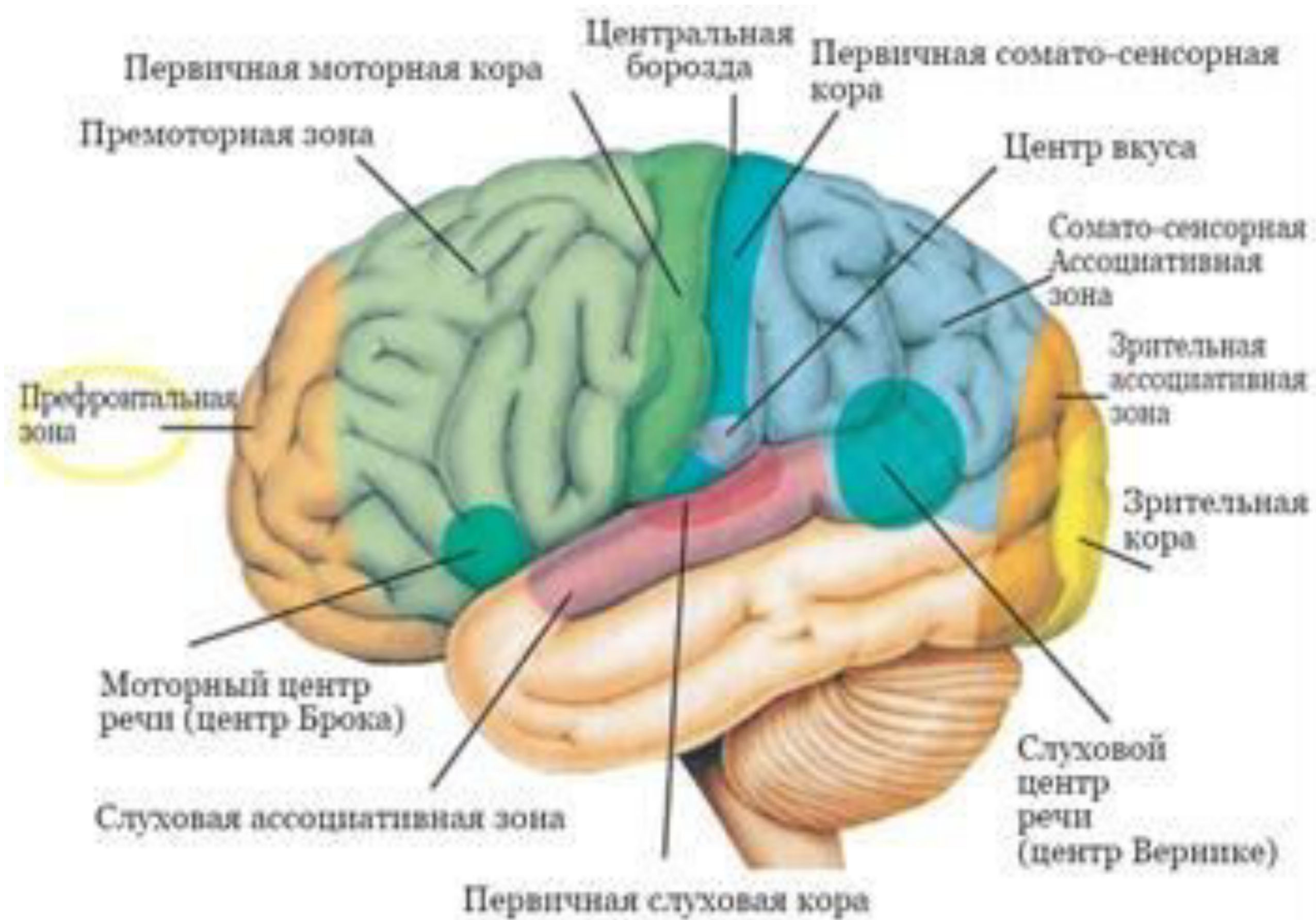
## Работа полукружных каналов, другая картинка



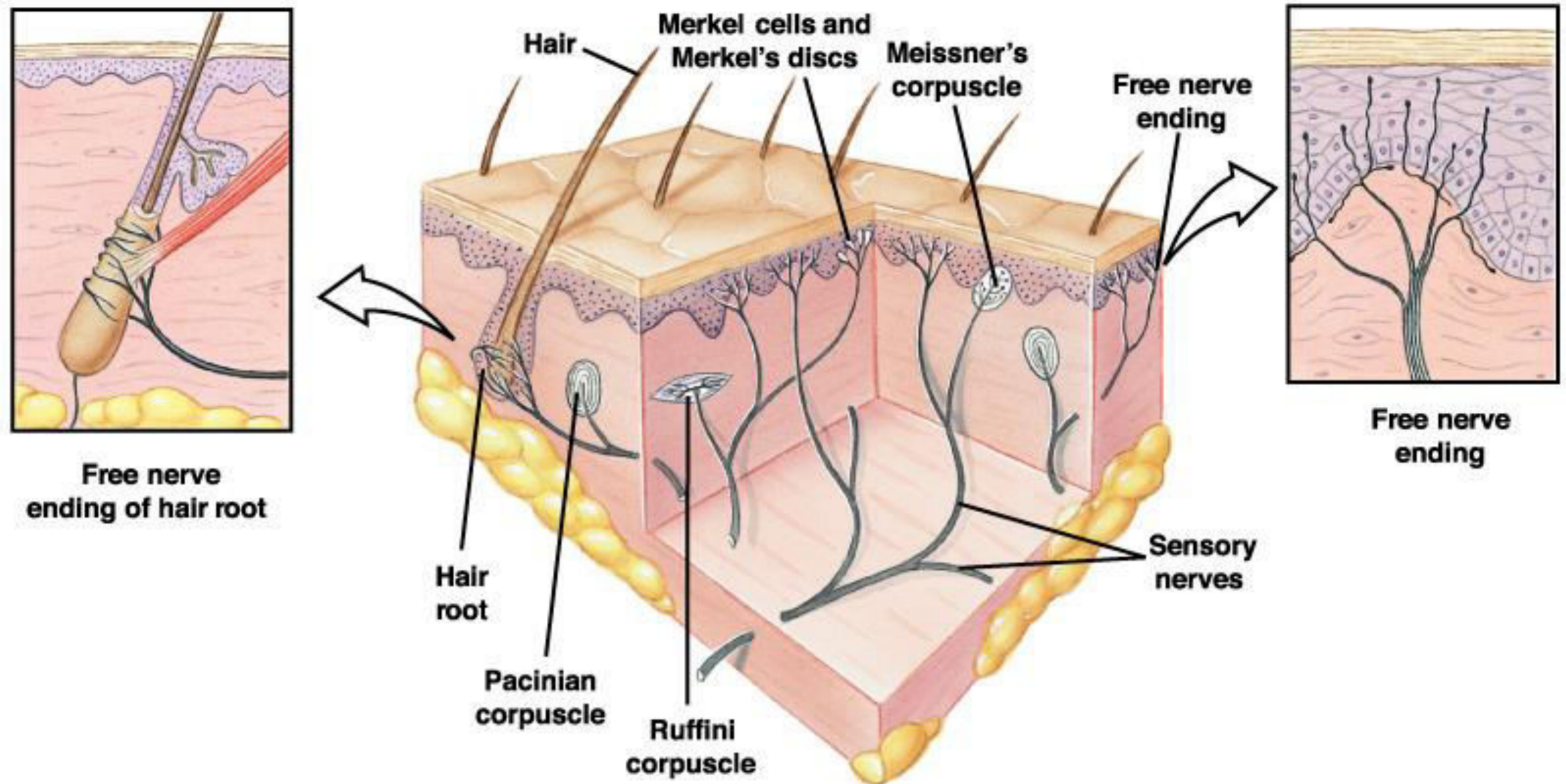
# Вестибулярный анализатор







# Рецепторы кожи



**В коже есть рецепторы 3-х типов:**

- 1) тактильные;
- 2) температурные;
- 3) болевые.

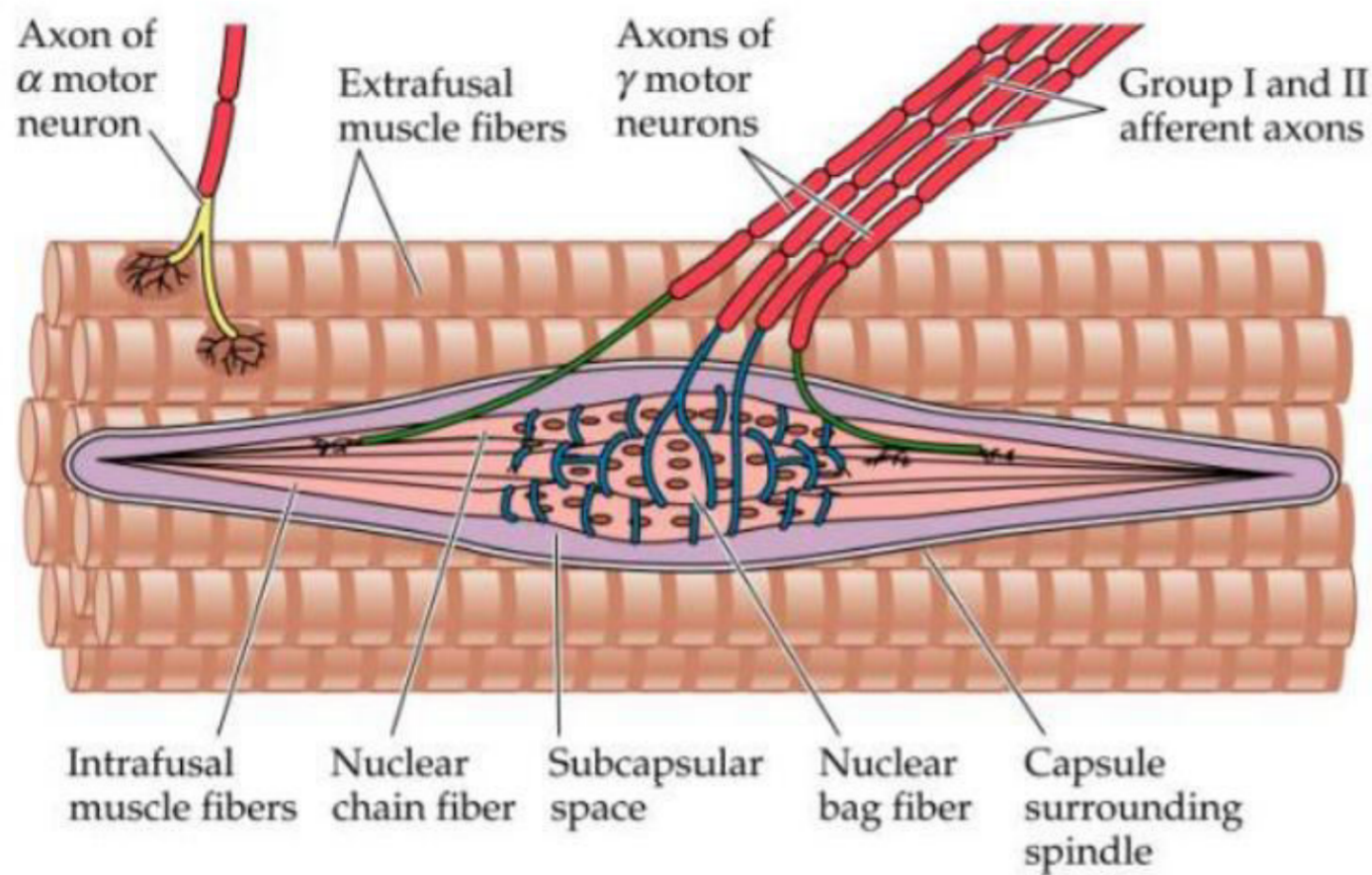
**К тактильным рецепторам относятся:** осязательные тельца (тельца Мейснера) имеющие вид одного извилистого нервного окончания, одетого в капсулу; пластинчатые тельца (тельца Пачини), состоящие из нервного окончания, окруженного соединительнотканными пластинками; осязательные диски Меркеля, размещенных возле волосяных луковиц, в эпидермисе, а также у сосудов и в глубоких слоях кожи на поверхности кисти, в области ладоней, а также на кончиках пальцев, губ, сухожилий, брюшине и брыжейки кишечника и т.д. К тактильным рецепторам относят и тельца Руффини В среднем на 1 см<sup>2</sup> кожи приходится 25 тактильных рецепторов

**Терморепрепторы бывают 2-х типов, холододвые и тепловые.** Размещены терморепрепторов в коже, а также в слизистой оболочке носа, рта, гортани, пищевода, желудка и кишечника. Холододвых репрепторов в организме около 250 тыс, тепловых — до 30 тыс. холододвые репрепторы расположены на глубине 0,17 мм, а тепловые — 0,3 мм от поверхности кожи. Благодаря этому тепловые репрепторы возбуждаются относительно медленно, тогда как холододвые реагируют очень быстро, как на раздражение с температурой ниже 18-20 ° С и на раздражение температурой выше 40-45 ° С (например, эффект «гусиной кожи» при погружении тела в горячую воду).

**Терморепрепторы изучены недостаточно. Ранее к ним относили два вида нервных окончаний.** Одни из них {колбочки Краузе} воспринимают в основном холододвые раздражения, а вторые (тельца Руффини) — тепловые раздражения. По строению терморепрепторы представляют собой клубочки тонких нервных окончаний, которые содержатся в соединительнотканых капсулах.

**Природа болевых репрепторов до конца не понята.** В соответствии с одной из гипотез болевые репрепторы – это просто свободные нервные окончания.

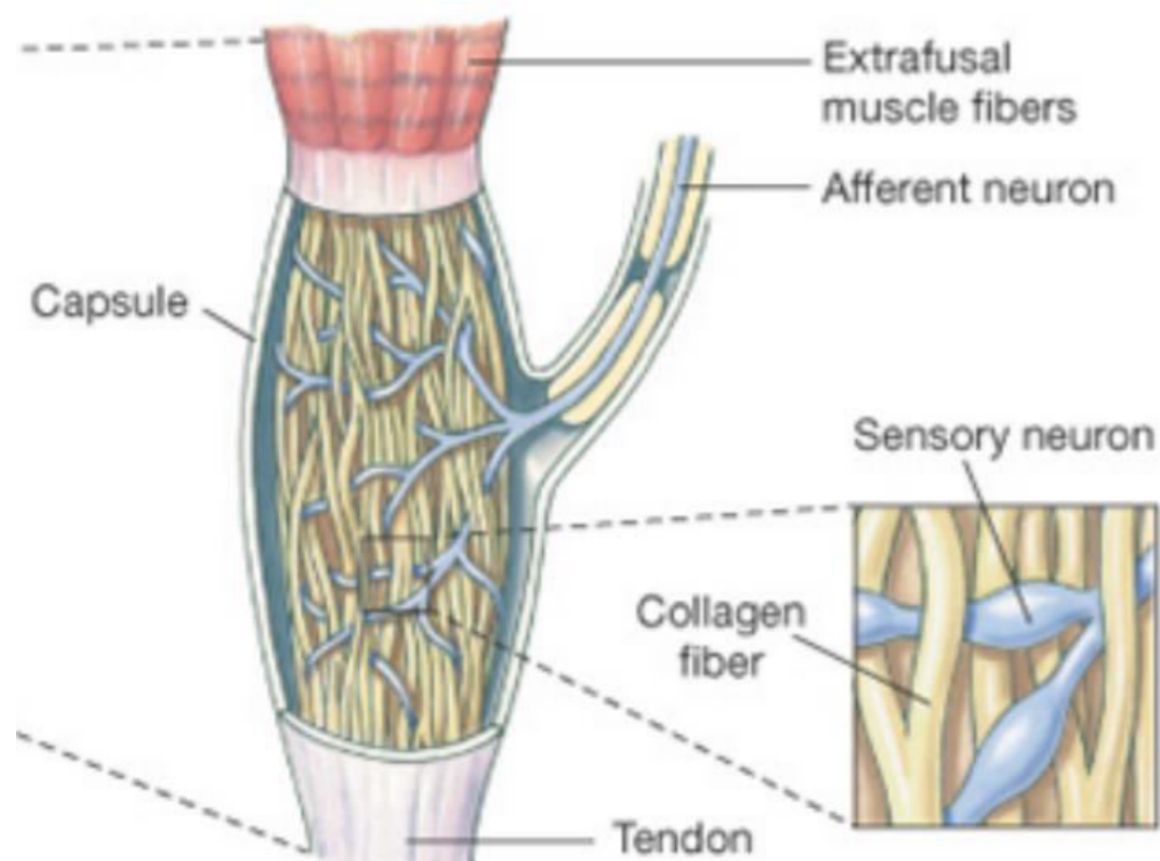
# Рецепторы мышечного чувства, проприорецепторы



Мышечное веретено – рецептор, чувствующий изменение длины мышцы, рецептор растяжения

Basic neuroanatomy of skeletal muscle (Rutgers)

(c) Golgi tendon organ consists of sensory nerve endings interwoven among collagen fibers.

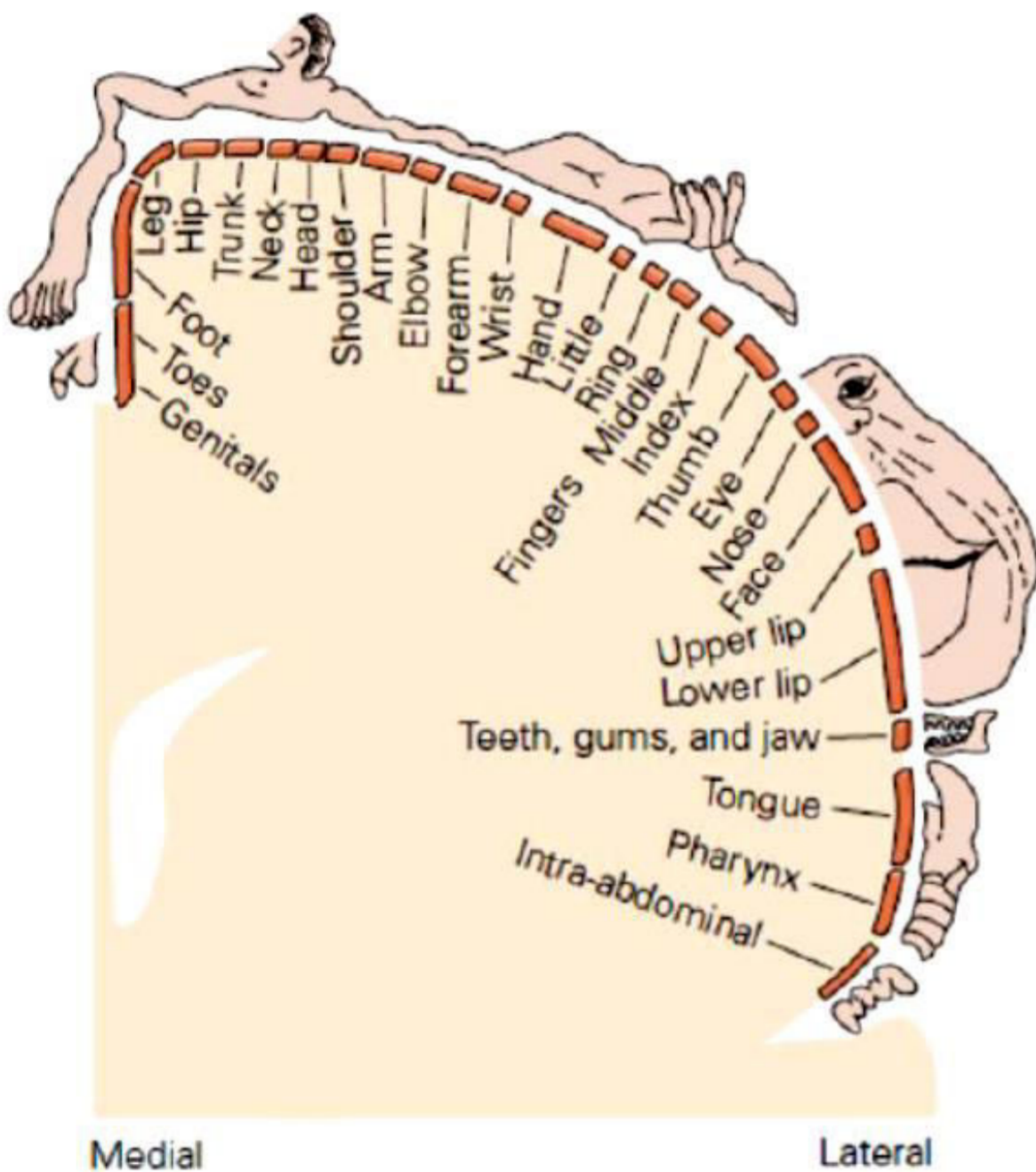


Сухожильный орган Гольджи – рецептор – датчик силы, развиваемой сухожилием. Реагирует и на растяжение, и на сокращение мышцы

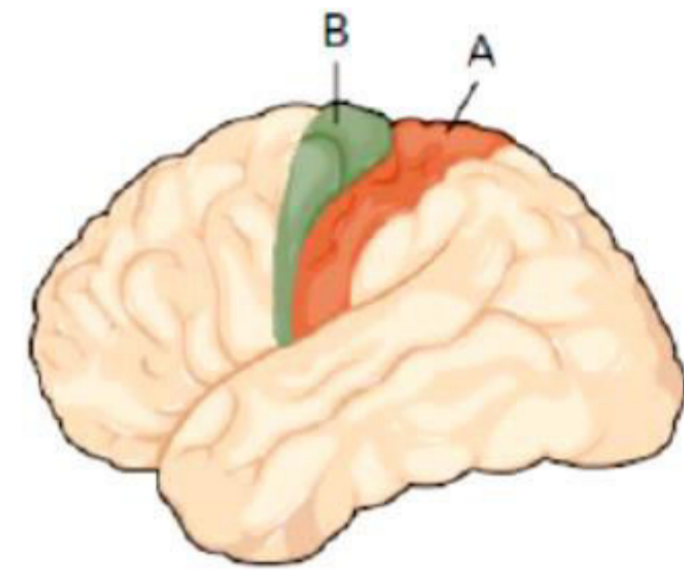
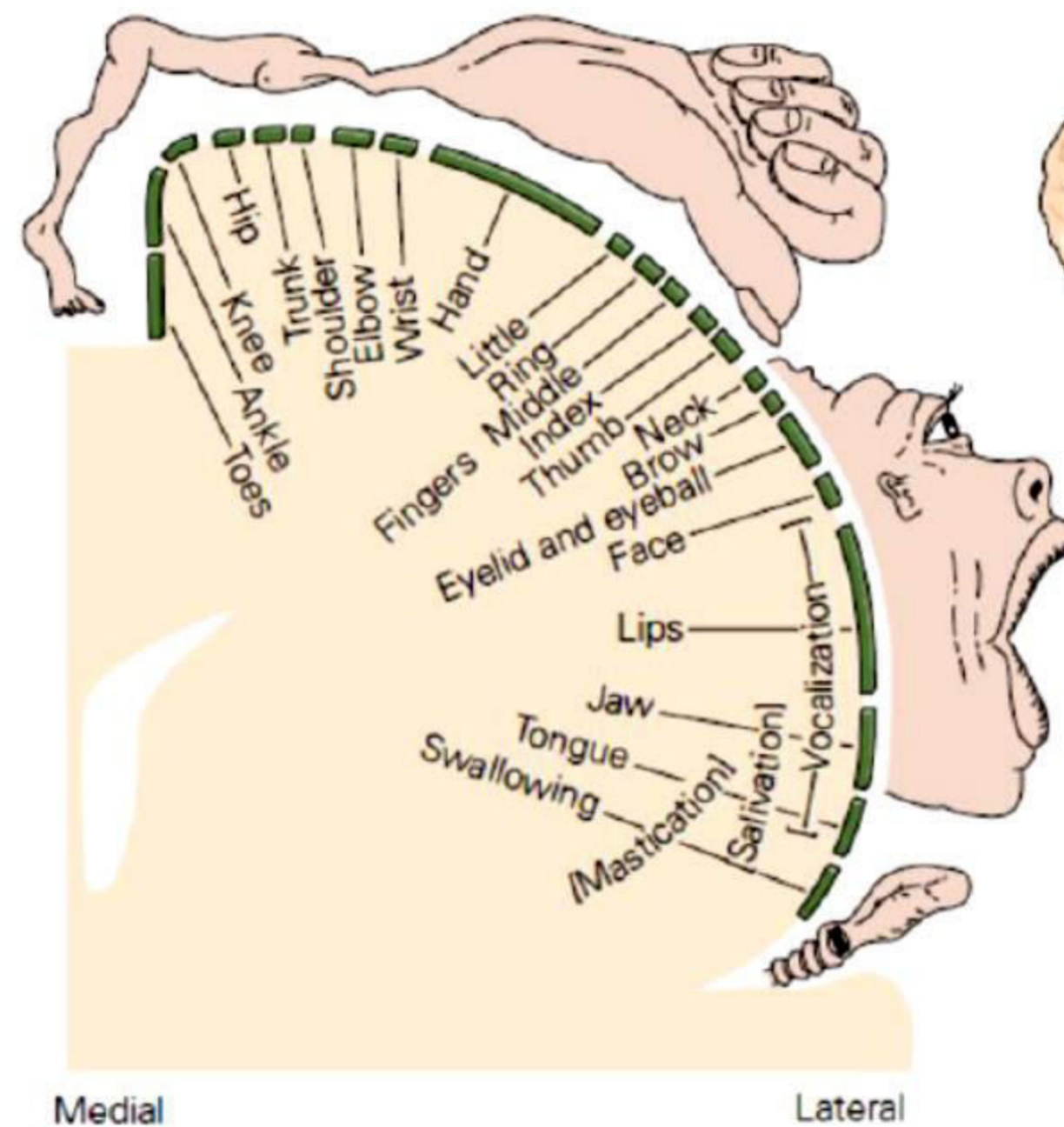
Schematic of a muscle spindle (Pasadena City College)

# Сенсорный и двигательный гомункулусы

A Sensory homunculus



B Motor homunculus



**Figure 16-6** A homunculus illustrates the relative amounts of cortical area dedicated to individual parts of the body. (Adapted, with permission, from Penfield and Rasmussen 1950.)

**A.** The entire body surface is represented in an orderly array of somatosensory inputs in the cortex. The area of cortex dedicated to processing information from a particular part of the body is not proportional to the mass of the body part but

instead reflects the density of sensory receptors in that part. Thus sensory input from the lips and hands occupies more area of cortex than, say, that from the elbow.

**B.** Output from the motor cortex is organized in similar fashion. The amount of cortical surface dedicated to a part of the body is related to the degree of motor control of that part. Thus in humans much of the motor cortex is dedicated to moving the muscles of the fingers and the muscles related to speech.



